



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE V BYTOVÉM  
DOMĚ S KAVÁRNOU**

SANITARY TECHNICAL INSTALLATIONS IN AN APARTMENT BUILDING WITH CAFÉ

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**PETRA STRNADOVÁ**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. ALENA VAŠČÁKOVÁ**

**BRNO 2017**




# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

|                         |   |
|-------------------------|---|
| STUDIJNÍ PROGRAM        | B3607 Stavební inženýrství                            |
| TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU | Bakalářský studijní program s prezenční formou studia |
| STUDIJNÍ OBOR           | 3608R001 Pozemní stavby                               |
| PRACOVISTĚ              | Ústav technických zařízení budov                      |

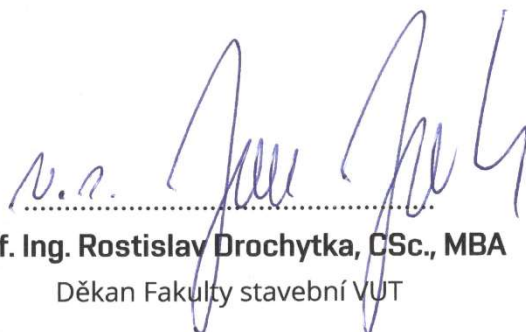
## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

|                          |   |
|--------------------------|---|
| STUDENT                  | Petra Strnadová   |
| NÁZEV                    | Zdravotně technické instalace v bytovém domě s kavárnou |
| VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE | Ing. Alena Vaščáková                                    |
| DATUM ZADÁNÍ             | 30. 11. 2016  |
| DATUM ODEVZDÁNÍ          | 26. 5. 2017   |

V Brně dne 30. 11. 2016



doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

Osnova práce:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

B1. výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a jejich napojením na síť pro veřejnou potřebu

- bilance potřeby vody
- bilance potřeby teplé vody
- bilance odtoku odpadních vod

B2. výpočty související s následným rozpracováním 1-3 dílčích instalací (kanalizace/vodovod) podle zadání vedoucího práce

- návrh přípravy teplé vody
  - dimenzování potrubí
  - návrhy zařízení (čerpadla, vodoměry, lapáky, ...)
- C. Projekt – v úrovni projektu pro provedení stavby, výkresy vyhotovit dle ČSN 01 3450
- technická zpráva
  - situace stavby 1:200 (1:500)
  - podélné profily přípojek, detail vodoměrné sestavy
  - půdorysy základů a podlaží 1:50
  - rozvinuté řezy vnitřní kanalizace (rozsah zadá vedoucí práce)
  - axonometrie vodovodu
  - legenda zařizovacích předmětů
  - funkční schéma, pokud je nutné

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

**VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:**

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



**Ing. Alena Vaščáková**

Vedoucí bakalářské práce

### **Abstrakt**

Bakalářská práce je zaměřena na návrh zdravotně technických instalací v bytovém domě s kavárnou. Jedná se o třípatrový dům s částečným podsklepením. Teoretická část pojednává o problematice výskytu Legionell. Výpočtová a projektová část řeší rozvody kanalizace, vodovodu a plynu v zadaném objektu.

### **Klíčová slova**

Legionella, vnitřní kanalizace, vnitřní vodovod, domovní plynovod.

### **Abstract**

The bachelor thesis is focused on the design of medical-technical installations in a residential building with a café. This is a three-storey house with a partial basement. The theoretical part deals with the issue of the occurrence of Legionell. The calculation and project part solves the sewerage, water supply and gas distribution in the given building.

### **Keywords**

Legionella, sewerage systém, water systém, gas main.



**Bibliografická citace VŠKP**

STRNADOVÁ, Petra, Zdravotně technické instalace v bytovém domě s kavárnou. Brno, 2017, 98 s., 23 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Alena Vaščáková.

### **Poděkování**

Děkuji Ing. Aleně Vaščíkové za odborné vedení a trpělivost při zpracování bakalářské práce

V Brně dne 26. 05. 2017

.....  
podpis autora

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 05. 2017

.....  
podpis autora

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26. 05. 2017

.....  
podpis autora

# Obsah

|   |    |
|---|----|
| ÚVOD .....  | 11 |
| A. TEORETICKÁ ČÁST .....  | 12 |
| 1. Historie.....  | 12 |
| 2. Charakteristika .....  | 12 |
| 2.1. Výskyt bakterie Legionelly .....   | 14 |
| 2.2. Vliv teploty na Legionellu .....   | 15 |
| 2.2.1. Požadavky na teplotu vody podle CEN/TR 16355.....  | 16 |
| 2.3. Vhodné podmínky pro růst Legionell ve vodovodech.....  | 17 |
| 2.3.1. Prevence nárůstů bakterií Legionella u vnitřních vodovodů .....  | 19 |
| 2.4. Odstranění Legionell z distribuční sítě pitné vody .....   | 19 |
| 2.4.1. Fyzikální dezinfekce.....  | 21 |
| 2.4.2. Chemická dezinfekce.....   | 23 |
| 2.4.3. Fyzikálně-chemická dezinfekce .....  | 27 |
| Závěr .....   | 28 |
| B. VÝPOČTOVÁ ČÁST .....   | 29 |
| B1. Výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a jejich napojení na sítě pro veřejnou potřebu ..... | 29 |
| 1. Bilance potřeby vody .....   | 29 |
| 2. Bilance potřeby teplé vody.....  | 30 |
| 3. Bilance odtoku odpadních vod .....   | 30 |
| 3.1. Splaškové vody.....  | 30 |
| 3.2. Dešťové vody .....   | 31 |
| 4. Bilance potřeby plynu .....  | 32 |
| B2. Výpočty související s následným rozpracováním 1 – 3 dílčích instalací .....   | 34 |
| 1. Návrh přípravy teplé vody .....  | 34 |
| 2. Výpočet tepelných ztrát pomocí protokolu k energetickému štítku obálky budovy .....  | 38 |
| 3. Dimenzování kanalizačního potrubí .....  | 42 |
| 3.1. Dimenzování splaškového potrubí .....  | 43 |
| 3.2. Dimenzování dešťového potrubí .....  | 51 |

|  |    |
|--|----|
| 3.3. Dimenzování kanalizační přípojky.....     | 51 |
| 4. Návrh retenční nádrže .....                 | 52 |
| 5. Dimenzování vodovodního potrubí.....        | 53 |
| 5.1. Návrh vodoměrů .....                      | 54 |
| 5.2. Dimenzování potrubí studené vody.....     | 57 |
| 5.3. Dimenzování potrubí teplé vody .....      | 65 |
| 5.4. Dimenzování potrubí požární vody.....     | 71 |
| 5.5. Dimenzování potrubí cirkulační vody ..... | 72 |
| 5.6. Výpočet kompenzačních délek .....         | 76 |
| 5.7. Výpočet tl. tepelné izolace.....          | 77 |
| 6. Dimenzování domovního plynovodu .....       | 79 |
| 6.1. Dimenzování přípojky .....                | 80 |
| C. Projekt.....                                | 81 |
| C1. Technická zpráva.....                      | 81 |
| ZÁVĚR.....                                     | 90 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....                | 91 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ .....                           | 94 |
| SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....       | 95 |
| SEZNAM TABULEK.....                            | 96 |
| SEZNAM GRAFŮ .....                             | 97 |
| SEZNAM VÝPOČTOVÝCH SCHEMAT .....               | 97 |
| SEZNAM TECHNICKÝCH LISTŮ .....                 | 97 |
| SEZNAM PŘÍLOH .....                            | 98 |

# ÚVOD

Úkolem této bakalářské práce je navrhnout zdravotně technické instalace v novostavbě bytového domu s kavárnou.

Řešený objekt má tři nadzemní podlaží a je z části podsklepený. V suterénu bude soustředěn ohřev teplé vody umístěný v technické místnosti. V prvním nadzemním podlaží se nachází malá kavárna. Ostatní prostory jsou využívány jako byty.

Teoretická část pojednává o problematice spojené s výskytem bakterie *Legionella pneumophila* a možnostech jejich eliminace.

Výpočtová část řeší rozvody splaškové a dešťové kanalizace, rozvod studené vody, přípravu a rozvod teplé vody s cirkulací, požární vodovod, domovní plynovod a další výpočty potřebné pro správný návrh.

Projekt je doplněn o jednotlivé výkresy a výpočtová schémata jednotlivých zdravotně technických instalací.



## A. TEORETICKÁ ČÁST

Pitná voda je pro lidstvo nezbytnou součástí života na zemi. Člověk spotřebuje denně desítky litrů vody, přežil by bez ní pouze pár dní. Pokud ale její kvalita nedosahuje hygienických požadavků, může způsobit vážné zdravotní problémy.

Špatná kvalita vody a bakterie v ní obsažené mohou být příčinou vážných onemocnění jako je cholera, tyfus, úplavice, legionářská nemoc a mnoho dalších. Proto se již dnes mikrobiologická nezávadnost vody laboratorně ověřuje, požadavky na její kvalitu jsou dány zákonem.

Ve své práci se budu zabývat problematikou způsobenou patogenní bakterií **Legionella pneumophila**, která představuje značný problém v soustavách pro přípravu teplé vody i v dalších vodních systémech.

### 1. Historie

Bakterie **Legionella** byla objevena roku 1976 ve Spojených státech amerických ve městě Filadelfie, kde se konal sraz amerických legionářů. Mezi účastníky srazu po nějaké době vypukla těžká epidemie zápalu plic, jež měla nezvykle dramatický průběh. Nakažených bylo přes 200 lidí. Tento četný a nenadálý výskyt zápalu plic byl velice podezřelý, proto se začala hledat příčina. Nakonec byla objevena dosud nepopsaná bakterie v klimatizačním zařízení hotelu, v němž se setkání amerických veteránů konalo. Nemoci tenkrát podlehl 36 účastníků srazu, načež byla bakterie po legionářích pojmenovaná Legionella [1].

### 2. Charakteristika

Legionella je rod patogenních bakterií čeledi Legionellaceae. Pod pojmem Legionella dnes známe asi 60 různých bakterií, z nichž minimálně 20 je velice nebezpečných. Legionella způsobuje pontiackou horečku či závažnější nemoc legionářů [1]. Může

přežít výhradně ve vodním roztoku, proto je pro člověka nebezpečná pouze pokud je vdechnuta ve formě vodní páry nebo mlhy s vysokou koncentrací bakterie [2].



**Obrázek A1:** Bakterie *Legionella pneumophila* [3]

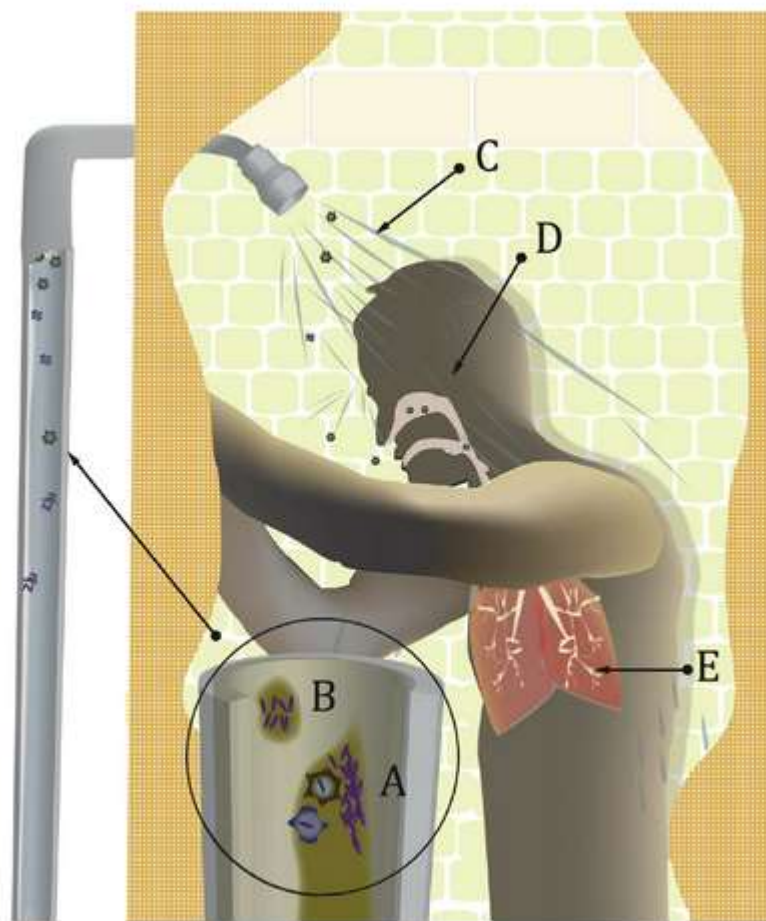
**Legionářská nemoc** vyvolává akutní zápal plic, který může trvat i několik týdnů. Inkubační doba je přibližně 2 až 10 dnů. Mezi první příznaky patří rychlý nástup bolesti hlavy, svalů a celkový pocit malátnosti. Následuje mírný, převážně suchý kašel. Přibližně u 20 % případu začne nakažený vykašlávat krev. V nejtěžších případech onemocnění může dojít až k selhání dýchacího systému, k akutnímu selhání ledvin a případně jater. Legionářské nemoci podlehnou přibližně 10 % nakažených osob. U osob s oslabeným imunitním systémem může úmrtnost dosáhnout až 70 % [4] a [5].

Mírnější projev nákazy bakterií *Legionella* je takzvaná **pontiacká horečka**. Při propuknutí pontiacké horečky pacient pociťuje chřipkové příznaky, mezi něž patří bolest hlavy, malátnost a bolesti svalů. Oproti legionářské nemoci však nenastoupí žádné známky zápalu plic. Příznaky většinou odezní za 3 až 5 dnů [1] a [4].

U lidí s dostatečně silným imunitním systémem se může stát, že ačkoliv se bakterií nakazíte, nemoc u vás vůbec nepropukne. To znamená, že pro většinu zdravých lidí nepředstavuje *Legionella* velké riziko. Rizikovou skupinou jsou lidé s oslabeným imunitním systémem, lidé ve věku nad 40 let, lidé po operaci. Velice rizikovým faktorem je i kouření [1].

## 2.1. Výskyt bakterie Legionelly

Legionelly se vyskytují ve vodním prostředí, například rybnících, říčkách či jezerní vodě. Pro lidi jsou největším nebezpečím účelové vodní systémy, konkrétně ty, ve kterých jsou velké zásoby převážně stagnující vody. Patří mezi ně zvlhčovače, sprchy, odpařovací a chladicí systémy, okrasné fontánky a podobně. Legionella kromě vlhka potřebuje další specifické podmínky. Ideálním místem pro její množení jsou systémy pro přípravu teplé vody [2].



**Obrázek A2:** Model možného nakažení Legionellou vdechnutím aerosolu při sprchování [13]

(A – rozmnožení Legionelly chráněné biofilmem ve vodovodu; B – Legionella v biofilmu se od něj oddělí během sprchovacího procesu; C – přenesena do sprchové hlavičky a rozptýlena jako aerosol; D – inhalace kontaminovaného aerosolu Legionellou; E – část inhalační dávky aerosolu se dostává do plic [13])

**Tabulka A1: Výskyt Legionell [10]**

|                                       | <b>Možná rizika výskytu Legionell</b>   |
|---------------------------------------|---|
| Nemocnice a zdravotnická zařízení     | vodovodní systémy, baterie, sprchy, zvlhčovače, fontány, inhalátory, vířivé lázně, lékařské přístroje diagnostické či terapeutické, vrtačky v zubních ordinacích a další zařízení, která generují aerosoly                                  |
| Obytné a občanské budovy, hotely      | akumulační ohřívače, rozvody a armatury TUV, bazény s ohřívanou vodou, málo sterilizované domácí inhalátory, rosení vodou v zahradních sklenících, výstky vzduchu z potrubí po delší časové přestávce, centrální klimatizační zařízení atd. |
| Průmyslové budovy a speciální provozy | chladicí věže, mycí linky aut a biologické čistírny s provzdušňováním, rozstřikovaná voda od různých brusek, skrápěné filtry, vodní lázně s ohřívanou vodou atd.  |

**Tabulka A2: Případy výskytu Legionell [6]**

| <b>ROK</b> | <b>MÍSTO</b> | <b>PŘÍČINA</b>         | <b>POČET NEMOCNÝCH</b> | <b>POČET ÚMRTÍ</b> |
|------------|--------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| 1976       | USA          | Klimatizace            | 221                    | 34                 |
| 1987       | SSSR         | Nádrže na pitnou vodu  | 236                    | 3                  |
| 2000       | Austrálie    | Klimatizace            | 119                    | 4                  |
| 2001       | Španělsko    | Chladicí věž nemocnice | 449                    | 6                  |
| 2005       | Kanada       | Chladicí věž           | 127                    | 21                 |
| 2013       | Německo      | Chladicí zařízení      | 165                    | 3                  |

## 2.2. Vliv teploty na Legionellu

Jednou z nejzajímavějších vlastností bakterií Legionelly je jejich citlivost na teplotu. Ve studené vodě se takřka nerozmnožují, vhodná je pro ně teplota od 20 do 45 °C. Postupně hynou při teplotách nad 50 °C [20].

**Tabulka A3:** Vliv teploty na Legionellu [21]

|        |                                  |   |
|--------|----------------------------------|---|
| 100 °C | PARNÍ ZVLHČOVÁNÍ                 | ELIMINACE LEGIONELLY<br>DO NĚKOLIKA MINUT AŽ SEKUND                           |
| 90 °C  |                                  |   |
| 80 °C  | TEPLOVODNÍ<br>VYTÁPĚNÍ           |   |
| 70 °C  |                                  |   |
| 60 °C  |                                  | ELIMINACE LEGIONELLY DO NĚKOLIKA HODIN  |
| 50 °C  | TUV                              |   |
| 40 °C  | LÁZNĚ<br>CHLADICÍ VĚŽE<br>SPRCHY | OPTIMÁLNÍ PODMÍNKY PRO MNOŽENÍ LEGIONELL                                      |
| 30 °C  |                                  | ROZMNOŽOVÁNÍ LEGIONELL  |
| 20 °C  | VODNÍ ZVLHČOVAČE<br>CHLADIČE     |   |
| 10 °C  | STUDENÁ VODA                     | LEGIONELLA SE TÉMĚŘ NEROZMNOŽUJE,<br>MŮŽE VŠAK STAGNOVAT NEŽ SE TEPLOTA ZVÝŠÍ |

### 2.2.1. Požadavky na teplotu vody podle CEN/TR 16355

Vliv teploty na Legionellu je natolik zásadní, že v roce 2012 byla vydána technická zpráva CEN/TR 16355, jež uvádí doporučení k zamezení růstu Legionelly ve vnitřních vodovodech.

Doporučení pro prevenci zvyšování koncentrace bakterií rodu Legionella ve vnitřních vodovodech podle CEN/TR 16355 jsou:

- teplota studené vody nemá být vyšší než 25 °C,
- teplota teplé vody bez cirkulace v kterémkoli místě vodovodu by neměla klesnout pod 55 °C,
- teplota teplé vody v cirkulačním okruhu nemá klesnout pod 55 °C,
- 30 sekund po otevření výtokové armatury musí vytékat voda o teplotě minimálně 60 °C,
- vnitřní vodovod má být navržen tak, aby se dala provést termická dezinfekce vodou o teplotě 70 °C [24].

## **2.3. Vhodné podmínky pro růst Legionell ve vodovodech**

Rozvoj mikroorganismů, mezi nimiž je i Legionella, podporuje souhrn činitelů, které musí být odstraněny nebo přinejmenším minimalizovány na přijatelnou úroveň. Mezi hlavní činitele vedoucí k rozvoji Legionell patří [7]:

### **Stagnace vody**

V málo průtočných úsecích vodovodu může voda začít stagnovat. Tento úsek následně slouží jako ohnisko opětovné rekontaminace [7].

Jednou z příčin stagnace vody může být špatná funkčnost cirkulace způsobená použitím nevhodných cirkulačních čerpadel nebo nevyvážeností chodu cirkulace. Předejít se tomu dá důsledným návrhem vnitřního vodovodu teplé i studené vody.

Aby nedocházelo ke dlouhodobé stagnaci, je žádoucí vodu z každé části vnitřního vodovodu rovnoměrně odebírat nebo všechny části vnitřního vodovodu propláchnout alespoň jednou za týden. Pro odbočky k uzávěrům nepoužívaných potrubí je doporučeno nepřesáhnout dvojnásobek vnitřního průměru trubky. Nepoužívaná potrubí by měla být odstraněna [7].

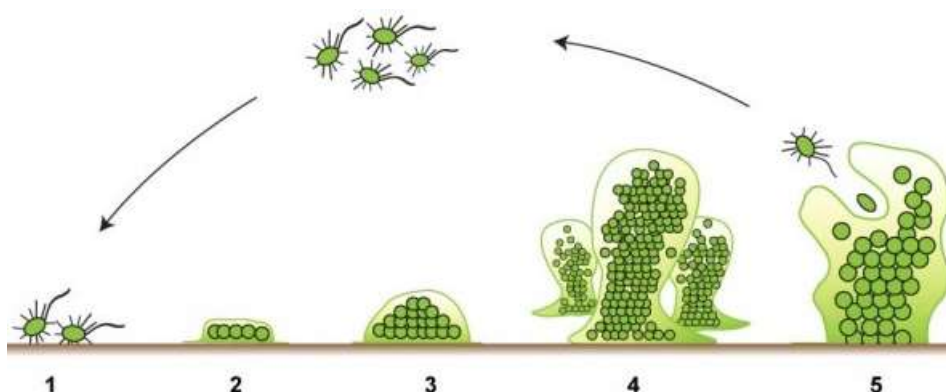
### **Teplota**

Vhodnou teplotou pro množení Legionell je rozmezí 20 až 45 °C, proto je třeba zajistit u vnitřního vodovodu teplé vody minimální teplotu 55 °C. Tuto teplotu by měla teplá voda dosahovat také v cirkulačním okruhu. Za 30 vteřin po otevření výtokové armatury by teplota vytékající vody neměla být nižší než 60 °C [7].

Vnitřní vodovod teplé vody má být navržen tak, aby se dala provést termická dezinfekce. Jedná se o dezinfekci vodou o teplotě 70 °C, která musí být docílena i v tom nejvzdálenějším místě vodovodu [7].

### Biofilm a akumulace sedimentu

Legionelly patří mezi organismy, které si samy tvoří biofilm. S jeho pomocí se fixují na povrch a zároveň jsou díky němu chráněny před nepříznivými vlivy prostředí [8]. Biofilm významným způsobem podporuje přežívání a rozvoj bakterií rodu *Legionella*. Jeho tvorbu můžeme omezit použitím kvalitních materiálů [7].



**Obrázek A3:** Vznik biofilmu bakterie v několika fázích [12]

(1 – volně plovoucí bakterie přistávají na povrchu; 2 – buňky bakterií se spojují a připevňují; 3 – růst a rozdělení bakterií pro tvorbu biofilmu; 4 – zralá forma biofilmu; 5 – část biofilmu se oddělí)

Místa, kde je nebezpečí usazování organických hmot a mikroorganismů, musíme pravidelně odkalovat. Jedná se především o ohřívače, zásobníky na teplou vodu nebo neprůtočné úseky potrubí. Dbát musíme také na správné navržení objemu zásobníků teplé vody. Dojde-li k předimenzování zásobníků, voda se přestane čerpat, začne stagnovat a při špatné údržbě dojde k hromadění kalů a sedimentaci. Na tento proces může mít vliv i kvalita přitékající vody do objektu [7].



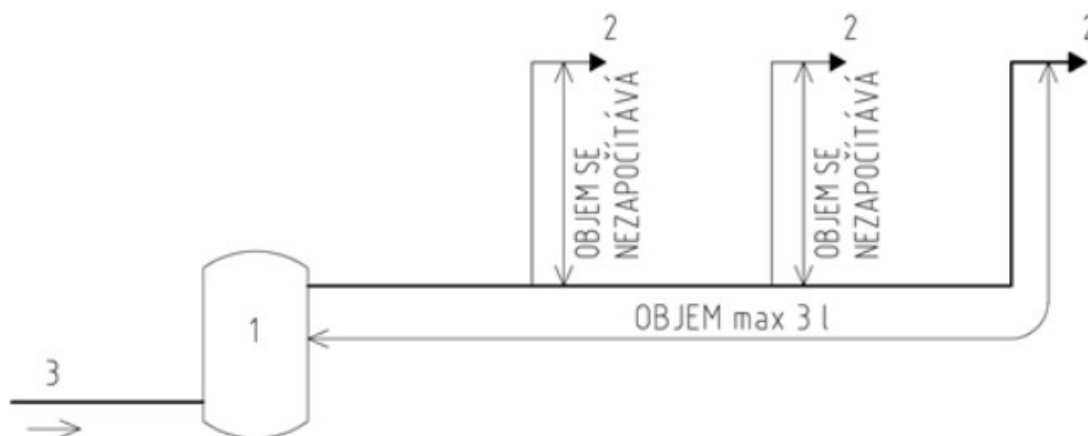
**Obrázek A4:** Biofilm v rozvodech pitné vody [5]



### 2.3.1. Prevence nárůstů bakterií Legionella u vnitřních vodovodů

Aby se předešlo ve vnitřních vodovodech kolonizaci Legionellou, musí být dodrženy tyto zásady:

- teplota vody – viz kapitola 1.3.1.,
- musí být zamezeno stagnaci vody nebo styku pitné vody se stagnující,
- objem teplé vody v potrubí bez cirkulace má být maximálně 3 litry,



**Obrázek A5:** Objem vody v potrubí bez cirkulace [9]

(1 – ohřívač vody; 2 – výtoková armatura; 3 – přívod studené vody do ohřívače)

- ve vnitřním vodovodu se voda musí vyměnit minimálně jednou za týden,
- v zásobníkových ohřívačích vody a zásobnících teplé vody se teplá voda musí vyměnit minimálně jednou za den,
- zásobníky teplé vody a zásobníkové ohřívače, které mají objem větší než 400 l, musí být možné pravidelně odkalovat,
- filtry a jiné zařízení pro odstraňování nečistot musí být udržovány v intervalech podle rad výrobce nebo podle ČSN EN 806-5,
- při návrhu potrubí musí být průtočná rychlost v rozmezí dané normou ČSN 75 5455 [9].

## 2.4. Odstranění Legionell z distribuční sítě pitné vody

Z biologických i technických důvodů není úplné odstranění Legionell možné. Reálné je dosáhnout jejich krátkodobé redukce na přijatelnou hodnotu. Pro dosažení dlouhodobějšího efektu musí docházet ke kontinuální eliminaci založené na termické či

chemické dezinfekci nebo nejlépe na kombinaci obou. Překážku při efektivním odstranění Legionell představují nevyregulované systémy rozvodů vod, které snižují účinnost eliminačních opatření [10].

K základním technickým opatřením pro eliminaci bakterie Legionella patří [10]:

- fyzikální technologie
  - termická dezinfekce,
  - použití UV zářičů,
- chemické technologie
  - chlorace,
  - monochloramin,
  - oxid chloričitý,
  - ozon,
- fyzikálněchemická technologie
  - použití ionizace pomocí Ag-Cu elektrod.

Při výběru vhodné technologie k odstranění Legionell jsou základem znalosti o provozu potrubní sítě. Z pohledu prevence je na prvním místě použití vhodného materiálu, a to nejen z pohledu životnosti. Návrh materiálu vnitřního vodovodu musí obsahovat podmínky pro provádění i provozování díla. Při výběru vhodného materiálu by se tedy projektant neměl řídit výlučně cenou, ale měl by zohlednit budoucí provozní podmínky a požadavky na údržbu vnitřního vodovodu. [2]

Použití vhodné dezinfekce by mělo zajistit hygienickou bezpečnost vody. Hygienické požadavky na pitnou teplo vodu stanovuje vyhláška č. 252/2004 Sb.

**Tabulka A4:** Hygienické limity pro pitnou teplou vodu dle vyhlášky č. 252/2004 Sb.

| UKAZATEL       | JEDNOTKA   | LIMIT | TYP | VYSVĚTLIVKY |
|----------------|------------|-------|-----|-------------|
| Legionellaspp. | KTJ/100 ml | 100   | MH  | 1,2         |
| Legionellaspp. | KTJ/100 ml | 0     | NMH | 1,3         |

Vysvětlivky:

- 1) Odběr vzorků pro stanovení ukazatelů teplé vody se provádí po odpuštění vody po dobu 1 minuty.
- 2) Limit jako mezní hodnota platí pro zdravotnická a ubytovací zařízení, pro teplou vodu dodávanou do sprch umělých nebo přírodních koupališť a pro pitnou vodu použitou pro výrobu teplé vody; pro ostatní objekty platí jako doporučená hodnota, o kterou je nutné pomocí technických opatření usilovat.
- 3) Limit jako nejvyšší mezní hodnota platí pro oddělení nemocnic, kde jsou umístěni imunokompromitovaní pacienti, jako jsou například oddělení transplantační, nedonošenecká, anestezioreuscitační, dialyzační, onkologie, hematoonkologie, jednotky intenzivní péče [19].

#### **2.4.1. Fyzikální dezinfekce**

##### **Termická dezinfekce**

Termická dezinfekce se většinou k eliminaci Legionell doporučuje. Principem je opakované zvyšování teploty vody.

Voda se ohřívá v pravidelných intervalech tak, aby z každého distribučního místa vytékala voda o teplotě vyšší než 70 °C po dobu alespoň 5 minut. Přibližně po 6 týdnech od termické dezinfekce je Legionella opět v původní koncentraci. Proto je nutné dodržet periodicitu tohoto postupu a celý proces opakovat zhruba jednou za 6 až 8 týdnů. Teprve v případě opakované dezinfekce je voda hygienicky zajištěna [2].



**Obrázek A6:** Ocelové pozinkované potrubí vystavené opakovaně vysokým teplotám [17]

Kromě Legionelly působí termická dezinfekce i na eliminaci ostatních bakterií, plísní a snižuje počty prvoků.

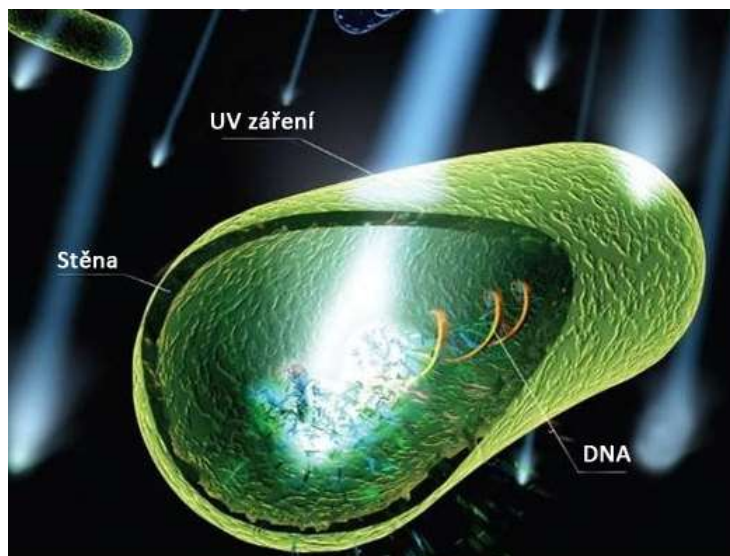
#### **Hlediska použití termické dezinfekce:**

- Tento typ dezinfekce je neproveditelný v objektech s nepřerušovaným provozem, jako jsou hotely, nemocnice, domy seniorů a podobně.
- Ve slepých a bočních potrubích zůstává voda teplotně neupravená.
- Stěny vodovodního potrubí se při doporučené teplotě nezdezinfikují a v potrubí zůstanou biofilmy.
- Hydraulika systému obvykle není vyvážená a v čase termické dezinfekce nelze všude provést odpouštění vody.
- Přívod čerstvé vody se tepelně neupravuje. V době, kdy se provádí termická dezinfekce, zařízení pro ohřev nestíhá -> do systému přichází nové bakterie se studenou vodou.
- Legionella se zvýšené teplotě umí přizpůsobit. Bakterie, která termickou dezinfekci přežije, předává svoje DNA další generaci. Za 24 hodin se jedna bakterie rozmnoží až na jeden tisíc bakterií.
- Je nutno počítat se zvýšeným opotřebením vodovodního potrubí a armatur. V praxi se uvádí, že za 3 provedené termické dezinfekce se zkracuje životnost potrubí asi o 1 %.
- Zvyšuje se spotřeba vody.
- V souběhu rozvodů teplé a studené vody se může studená voda začít ohřívat, v důsledku toho se může Legionella objevit i v rozvodech studené vody [2].

#### **UV zářiče**

Pomocí UV záření se zajistí bezpečná bakteriologická dezinfekce vody bez přidání chemikálií.

UV záření je elektromagnetické zařízení, jež má vlnovou délku v rozsahu 100 – 400 nm. Při dezinfekci UV zářením dochází k poškození DNA buněk, jež jsou ve vodě obsaženy. Poškozením DNA je bráněno reprodukci bakterie a je způsoben její rozpad.



**Obrázek A7:** Narušení buněčné membrány UV zářením [16]

#### **Hlediska dezinfekce UV zářením:**

- Do vody nejsou přidávány žádné chemikálie. Není ovlivněna chuť ani pach vody.
- UV záření působí na DNA buňky a hrozí riziko vzniku mutagenních látek.
- UV záření nemá reziduální účinky. Má-li být účinné, musí svítit nepřetržitě.
- Zařízení se instaluje těsně před odběrové místo. Pro získání potřebné kvality vody je vhodné vést přitékající vodu také přes filtr mechanických nečistot [11].

#### **2.4.2. Chemická dezinfekce**

Při špatně navržených systémech rozvodů pitné vody, které obsahují místa umožňující stagnaci vody a růst biofilmů, bývá chemická dezinfekce efektivnějším řešením než přehřívání.

##### **Chlorace**

Chlorace a její účinnější varianta hyperchlorace je poměrně levná a často používaná metoda dezinfekce pitné vody. Dávkování závisí na počtu organických látek ve vodě.

Pro dosažení účinku musí být prováděna nepřetržitá chlorace v rozmezí 4 až 6 mg/l aktivního chloru, nebo šoková dezinfekce s 20 až 50 mg/l v celém rozvodu po dobu 1 až 2 hodin. Při kontinuálním dávkování nesmí koncentrace aktivního chloru klesnout pod 4 mg/l. V praxi se mnohdy používá pouze 1 až 2 mg/l z důvodů menší koroze potrubí a nižší tvorby jiných vedlejších produktů chlorace.

K neutralizaci Legionell ve vodě v potrubí postačí 0,4 mg/l. Tato hodnota ovšem neplatí pro odolné biofilmy, sedimenty nebo cysty améb a dalších prvoků, kteří bývají hostiteli Legionell. Jejich rezistence k teplotě a chloru je velice vysoká, mohou přežít 50, někdy i 70 mg/l  $\text{Cl}_2$  [10] a [15].

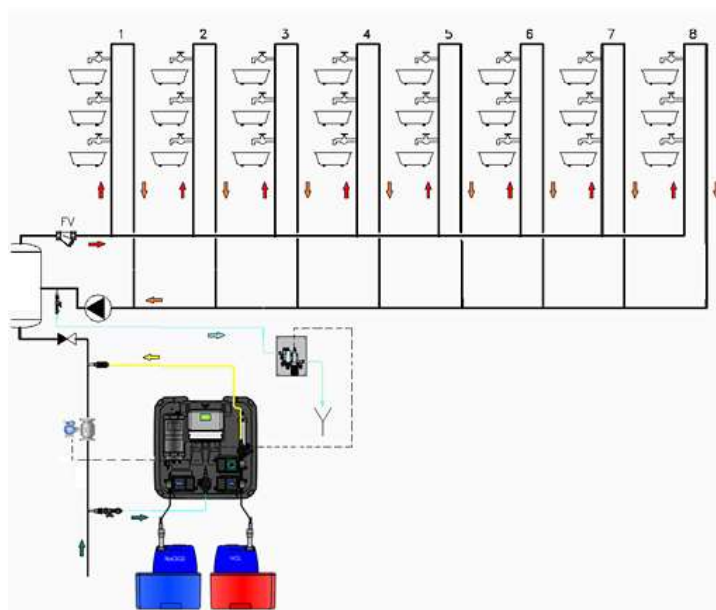
### Monochloramin

Ve veřejných vodovodních sítích se běžně používá chloramin v malých koncentracích jako alternativa chlorování. Chloramin se ve vodě nerozkládá dříve, než se dostane ke spotřebitelům, z čehož vyplývá, že je mnohem stabilnější než chlór.

Výhodou chloraminu je schopnost průniku do biofilmů i do částí sítě se sníženou cirkulací vody. Při dezinfekci chloraminem je kolonizace Legionellou až 10krát nižší než při dezinfekci chlorem. Oproti chlóru má voda upravená chloraminem lepší chuť a nezapáchá [10 a 15].

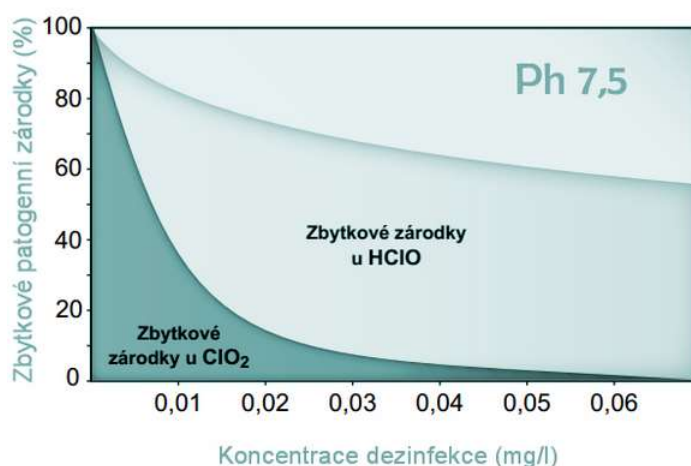
### Chlordioxid

Chlordioxid neboli oxid chloričitý je velmi efektivní oxidační činidlo. Je to poměrně nestabilní plyn a je velice obtížné ho převážet nebo skladovat. Proto se chlordioxid ve většině případů vyrábí přímo v místě potřeby prostřednictvím tzv. generátoru chlordioxidu, ten pak v přesném množství plyn dává přímo do vody.



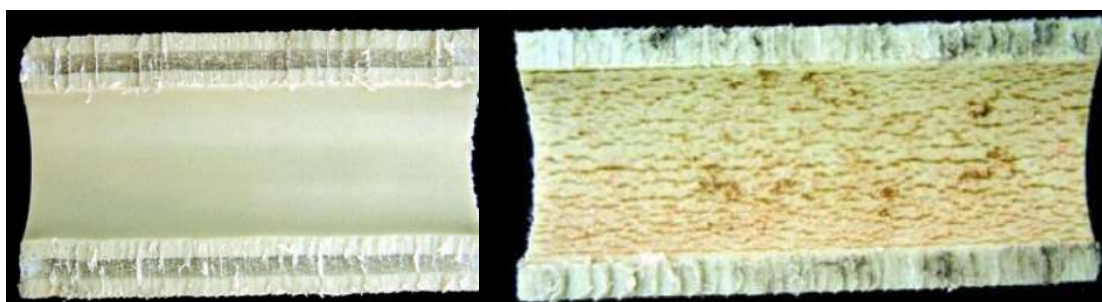
**Obrázek A8:** Schéma instalace generátoru chlordioxidu [22]

Použití chlórdioxidu se rozmohlo v 90. letech minulého století a je stále častěji používán místo chloru. Lze ho využít jak do teplé, tak do studené vody. Má prodloužený reziduální účinek, což neplatí v případě chlóru, ozonu, termodezinfekce či UV záření. Při použití chlórdioxidu nevznikají žádné vedlejší produkty chlóru. Jeho účinnost je vysoká i při velmi nízkých koncentracích [14] a [10].



**Obrázek A9:** Graf účinnosti oxidu chloričitého [14]

Při koncentraci 0,5 mg/l potlačuje růst cyst améb, a tak odstraňuje jejich ochranný efekt v rozvodné síti. Zbytková koncentrace  $\text{ClO}_2$  by neměla přesáhnout 0,3 mg/l [14] a [10].



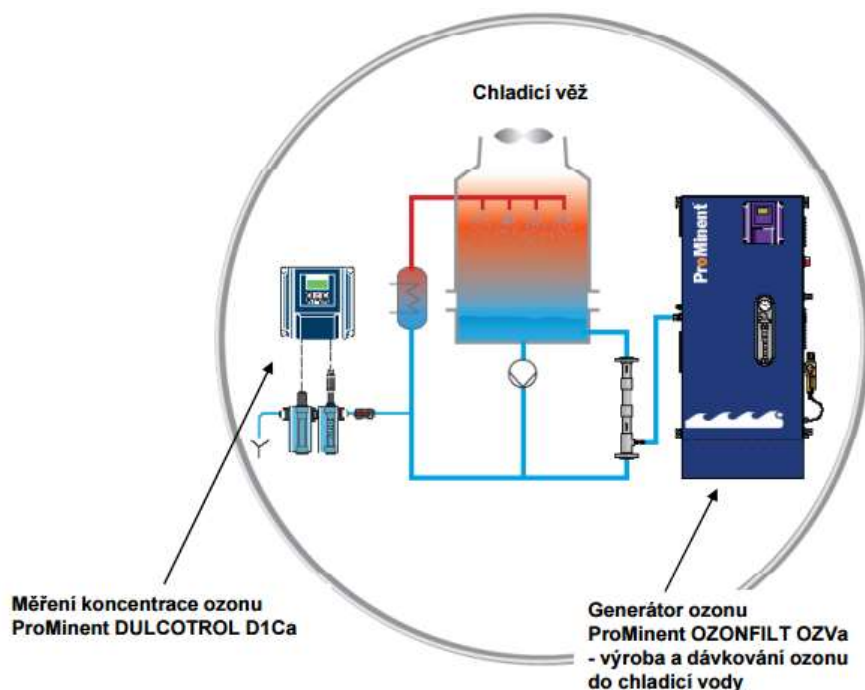
**Obrázek A10:** Vnitřní povrch nové PP trubky a vnitřní povrch PP trubky po 6 letech dávkování  $\text{ClO}_2$  [25]

## Ozon

Ozon je nejúčinnějším dezinfekčním prostředkem. Potlačuje aktivitu širokého spektra mikroorganismů a je vysoce reaktivní. Ozon nevykazuje reziduální účinky, rychle se rozkládá a jeho životnost je velmi krátká. Kvůli krátké životnosti nestačí docházet k příslušným reakcím s organickou ani anorganickou hmotou mikrobů a nepostihuje



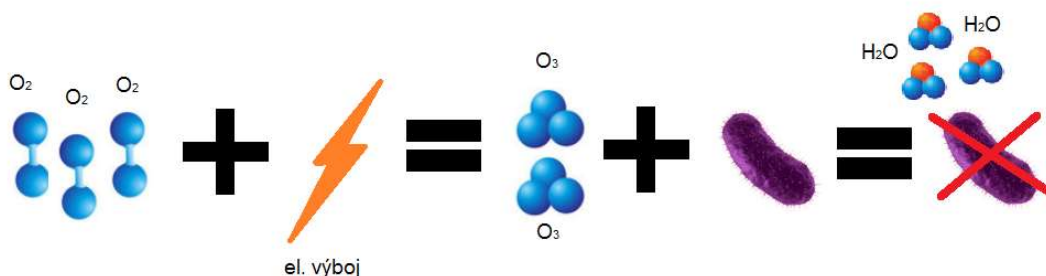
tak vzdálenější místa v rozvodné síti. Nezbytné je kombinace s chlorací či termodezinfekcí.



**Obrázek A11:** Dezinfekce chladicí věže pomocí generátoru ozónu [23]

Má relativně vysokou účinnost. Růst buněk bakterií i virů zastavuje při koncentraci 0,3 až 0,4 mg/l. Koncentrace 0,4 mg/l vede k destrukci cyst. Proti biofilmům je dezinfekce účinná při koncentraci 1 až 2 mg/l.

Ozon vykazuje silnou oxidačně-korozní aktivitu. U plastů a kovů způsobuje křehnutí, což vede k jejich poškození. V praxi se dává přednost Ag/CU ionizaci, termodezinfekci, hyperchloraci nebo kombinaci dezinfekčních prostředků [10] a [15]



**Obrázek A12:** Eliminace mikroorganismů ozonem

### 2.4.3. Fyzikálně-chemická dezinfekce

#### Ag/Cu ionizace

Metoda využívající působení těžkých kovů na mikroorganismy. Propustnost buněčné membrány ovlivňuje Cu. Ag působí na syntézu enzymů a proteinů v buňce. Ag a Cu má schopnost proniknout do biofilmů, proto má tento typ dezinfekce déletrvající a vyšší účinnost než termodezinfekce a chlorace.

Pozor se musí dávat na koncentraci Ag a Cu. Při nižších koncentracích se biofilmy působení dezinfekce dokážou přizpůsobit a po ukončení dezinfekce se kontaminace Legionellou znovu zcela obnoví. Při dlouhodobém používání je tato metoda účinná.

Koncentrace 400 µg/l Cu + 40 µg/l Ag hustotu Legionell výrazně snižuje. Z původních 60 až 80 % positivity na Legionellu se po jednom měsíci sníží hodnoty na výtocích až k 0%. Při koncentraci ≤ 300 µg/l Cu + 30 µg/l Ag nedochází k žádným změnám % positivity, naopak může docházet i k adaptaci mikroflóry biofilmů. K razantní eliminaci Legionell na začátku dezinfekce se obvykle volí koncentrace 400 až 800 µg/l Cu + 40 až 80 µg/l Ag.

Při přerušení nebo ukončení ionizace přetrvá stav výtokových míst s 0% pozitivitou ještě asi šest týdnů. K opětovné kolonizaci a návratu k původním hodnotám dojde za dalších šest týdnů. Při kontinuální ionizaci se dosáhne dlouhodobého efektu až 22 měsíců [15 a 18].

## Závěr

Práce se zabývá problematikou spojenou s existencí bakterií *Legionella*. V přírodě se běžně vyskytuje ve všech typech vody. *Legionellou* je možné se nakazit pouze při vdechnutí ve formě aerosolu. Pro člověka je nebezpečná, obzvláště ohrožuje život lidí s oslabenou imunitou. Riziko jejího výskytu je například u špatně udržovaných klimatizací, okrasných fontánek a v rozvodech pitné vody. Ve vodovodech může stagnace vody a vliv teploty množení *Legionell* značně zvýšit. Aby se množení předešlo, je nutný správný návrh rozvodů vody a hlavně dodržování požadované teploty. Způsobu odstranění různých druhů *Legionell* je dnes celá řada. Lze využít fyzikální technologie, například UV zářiče či termickou dezinfekci, nebo chemické technologie založené na principu dávkování chemikálie, například oxidu chloričitého. Pro dosažení trvalého efektu je třeba dezinfekci pravidelně opakovat.

## B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

**B1.** Výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a jejich napojení na síť pro veřejnou potřebu

### 1. Bilance potřeby vody

- Bytový dům
- Kavárna

**Součinitel denní nerovnoměrnosti  $k_d$ :**

$$k_d = 1,5$$

**Součinitel hodinové nerovnoměrnosti  $k_h$ :**

$$k_h = 2,1$$

**Specifická potřeba vody:**

Obyvatel bytu  $q = 100 \text{ l/os. den}$

Zaměstnanec v kavárně  $q = 140 \text{ l/os. den}$

**Průměrná denní potřeba vody  $Q_p [\text{l/den}]$ :**

$$Q_p = n \cdot q$$

kde  $n$  – počet jednotek

$q$  – specifická potřeba vody  $[\text{l/os. den}]$

$$\text{Byty} \quad Q_{p1} = 12 \cdot 100 = 1200 \text{ l/de}$$

$$\text{Kavárna} \quad Q_{p2} = 2 \cdot 140 = 280 \text{ l/den}$$

$$Q_p = Q_{p1} + Q_{p2} = 1480 \text{ l/den}$$

**Maximální denní potřeba vody  $Q_m [\text{l/den}]$ :**

$$Q_m = Q_p \cdot k_d$$

$$Q_m = 1480 \cdot 1,5 = 2220 \text{ l/den}$$

**Maximální hodinová potřeba vody  $Q_h$  [l/hod]:**

$$Q_h = \frac{1}{24} \cdot Q_m \cdot k_h$$

$$Q_h = \frac{1}{24} \cdot 2220 \cdot 2,1 = 194,25 \text{ l/hod}$$

**Roční potřeba vody  $Q_r$  [l/rok]:**

$$Q_r = Q_p \cdot 365$$

$$Q_r = Q_p \cdot 365 = 1480 \cdot 365 = 540\,200 \text{ l/r} = 540,2 \text{ m}^3/\text{rok}$$

## 2. Bilance potřeby teplé vody

**Specifická potřeba teplé vody:**

$$\text{Byt} \quad q = 40 \text{ l/o .den}$$

$$\text{Kavárna} \quad q = 30 \text{ l/o .den}$$

**Potřeba vody  $Q$  [l/den]:**

$$Q = n \cdot q$$

kde  $n$  – počet jednotek

$q$  – specifická potřeba vody [l/os. den]

$$\text{Byty} \quad Q_1 = 12 \cdot 40 = 480 \text{ l/den}$$

$$\text{Kavárna} \quad Q_2 = 13 \cdot 30 = 390 \text{ l/den}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 480 + 390 = 870 \text{ l/den}$$

## 3. Bilance odtoku odpadních vod

### 3.1. Splaškové vody

**Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti:**

$$k_h = 7,2$$

**Průměrný denní odtok splaškových vod  $Q_p$  [l/den]:**

$$Q_p = n \cdot q$$

kde  $n$  – počet jednotek

$q$  – odtok vody [l/os. den]

Byty  $Q_{p1} = 12 \cdot 100 = 1200 \text{ l/den}$

Kavárna  $Q_{p2} = 2 \cdot 140 = 280 \text{ l/den}$

$$Q_p = Q_{p1} + Q_{p2} = 1480 \text{ l/den}$$

**Maximální denní odtok  $Q_m$  [l/den]:**

$$Q_m = Q_p \cdot k_d$$

$$Q_m = 1480 \cdot 1,5 = 2220 \text{ l/den}$$

**Maximální hodinový odtok  $Q_h$  [l/hod]:**

$$Q_h = \frac{1}{24} \cdot Q_m \cdot k_h$$

$$Q_h = \frac{1}{24} \cdot 2220 \cdot 7,2 = 666 \text{ l/hod}$$

**Roční odtok  $Q_r$  [m<sup>3</sup>/rok]:**

$$Q_r = Q_p \cdot 365$$

$$Q_r = Q_p \cdot 365 = 1480 \cdot 365 = 540\,200 \text{ l/rok} = 540,2 \text{ m}^3/\text{rok}$$

### 3.2. Dešťové vody

**Součinitel odtoku dešťových vod C:**

$$C = 1$$

**Odvodňovaná plocha  $A$  [m<sup>2</sup>]:**

$$A = 223,5 \text{ m}^2$$

**Redukovaná plocha  $A_{red}$  [m<sup>2</sup>]:**

$$A_{red} = 1,0 \cdot 223,5 = 223,5 \text{ m}^2$$

**Roční množství odváděné dešťové vody:**

Dlouhodobý úhrn srážek -> Brno – 286 mm/rok

$$0,286 \cdot 223,5 = 63,9 \text{ m}^3/\text{rok}$$

## 4. Bylance potřeby plynu

### Potřeba plynu pro ohřev teplé vody

#### Vstupní údaje:

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| Potřeba teplé vody $V$ :            | $V = 870 \text{ l/den}$  |
| Teplota studené vody $t_{sv}$ :     | $t_{svl} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}; t_{svz} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| Teplota teplé vody $t_{tv}$ :       | $t_{tv} = 55^{\circ}\text{C}$  |
| Korekce proměnlivé vstupní teploty: | $k = \frac{t_{tv}-t_{svl}}{t_{tv}-t_{svz}} = \frac{55-15}{55-10} = 0,89$       |
| Měrná tepelná kapacita vody $C$ :   | $C = 1,163$  |
| Výhřevnost zemního plynu $H$ :      | $H = 37 \text{ MJ/m}^3$  |

#### Spotřeba tepla na den $E_{TV,d} [\text{kWh/rok}]$ :

$$E_{TV,d} = V \cdot c \cdot (t_{tv} - t_{svz})$$
$$E_{TV,d} = 870 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 45531,45 \text{ Wh/den} = 45,53 \text{ kWh/den}$$

#### Spotřeba tepla za rok $E_{TV} [\text{MWh/rok}]$ :

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k \cdot E_{TV,d} (350 - d)$$
$$E_{TV} = 45,53 \cdot 231 + 0,89 \cdot 45,53 \cdot (350 - 231) = 15339 \text{ kWh/den}$$
$$= 15,34 \text{ MWh/rok}$$

#### Spotřeba energie $E_{TV,SK} [\text{MWh}]$ :

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}}$$

kde  $\eta_{zdroj}$  – účinnost výroby (0,9)

$\eta_{distr}$  – ztráta v distribuční síti (0,55)

$$E_{TV,SK} = \frac{15,34}{0,9 \cdot 0,55} = 30,99 \text{ MWh}$$

#### Spotřeba zemního plynu $E_{SP2} [\text{m}^3/\text{rok}]$ :

$$E_{SP} = 3600 \cdot (E_{TV}/H)$$

$$E_{SP1} = 3600 \cdot (E_{TV}/H) = 3600 \cdot (30,99/37) = 3015,24 \text{ m}^3/\text{rok}$$



### Potřeba plynu pro vytápění

#### Vstupní údaje:

$$\text{Výpočtová tepelná ztráta } Q_i: \quad Q_i = 19 \text{ kW}$$

$$\text{Teplota v interiéru } t_i: \quad t_i = 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Teplota v exteriéru } t_e: \quad t_e = -12 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Měrná tepelná ztráta prostupem:} \quad H_{T+i} = 351,03 \text{ W/K}$$

#### Teoretická roční potřeba tepla $E$ [MWh/rok]:

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_{T+i}$$

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es})$$

kde  $E$  – nesoučasnost infiltrace

$e$  – vliv přerušovaného vytápění

$D$  – počet denostupňů

$t_{is}$  – pr. teplota vytápěné místnosti [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$t_{es}$  – pr. venkovní teplota otop. období (Brno  $\rightarrow t_{es} = 3,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )

$d$  – počet dnů otopného období

$$E = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 4019,4 \cdot 351,03 = 28,78 \text{ MWh/rok}$$

$$D = 231 \cdot (21 - 3,6) = 4019,4$$

#### Spotřeba energie $E_{UT}$ [MWh/rok]:

$$E_{UT} = \frac{E}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}}$$

kde  $\eta_{zdroj}$  – účinnost výroby (0,9)

$\eta_{distr}$  – účinnost distribuce (0,99)

$$E_{UT} = \frac{28,78}{0,9 \cdot 0,99} = 32,3 \text{ MWh/rok}$$

#### Spotřeba zemního plynu $E_{SP3}$ [ $\text{m}^3/\text{rok}$ ]:

$$E_{SP2} = 3600 \cdot (E_{UT}/H)$$

$$E_{SP2} = 3600 \cdot (32,3/37) = 3142,7 \text{ m}^3/\text{rok}$$

#### Celková roční potřeba tepla $E_{SP}$ [ $\text{m}^3/\text{rok}$ ]:

$$E_{SP} = E_{SP} + E_{SP}$$

$$E_{SP} = 3015,24 + 3142,7 = 6157,94 \text{ m}^3/\text{rok}$$

## B2. Výpočty související s následným rozpracováním 1 – 3 dílčích instalací

### 1. Návrh přípravy teplé vody

Ohřev teplé vody bude řešen centrálním ohřevem vody umístěným v technické místnosti v suterénu objektu.

Návrh je proveden dle ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody – Navrhování a projektování.

**Potřeba tepla odebraného z ohřivače během periody  $Q_{2p}$  [kWh/den]:**

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z}$$

kde  $Q_{2z}$  – teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV [kWh/den]

$Q_{2t}$  – teplo pro ohřev vody [kWh/den]

$$Q_{2p} = 81,64 + 40,82 = 122,46 \text{ kWh}$$

**Teplo pro ohřev vody [kWh/den]:**

$$Q_{2t} = c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)$$

kde  $c$  – měrná tepelná kapacita [J/kg.K]

$V_{2p}$  – celková potřeba teplé vody [m<sup>3</sup>/den]

$t_2$  – teplota teplé vody – uvažuje se 55 °C

$t_1$  – teplota studené vody – uvažuje se 10 °C

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot 1,56 \cdot (55 - 10) = 81,64 \text{ kWh}$$

**Teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV  $Q_{2z}$  [kWh/den]:**

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z$$

kde  $z$  – součinitel ztrát

$$Q_{2z} = 81,64 \cdot 0,5 = 40,823 \text{ kWh}$$

**Celková potřeba teplé vody  $V_{2p}$  [m<sup>3</sup>/den]:**

$$V_{2p} = V_o + V_n + V_u$$

kde  $V_o$  – potřeba teplé vody pro mytí osob [m<sup>3</sup>/den]

$V_n$  – potřeba teplé vody pro mytí nádobí [m<sup>3</sup>/den]

$V_u$  – potřeba teplé vody pro úklid a mytí podlah [m<sup>3</sup>/den]

Norma ČSN 06 0320 udává potřebu teplé vody pro osobu na den  $0,082 \text{ m}^3/\text{os} \cdot \text{den}$ . Při srovnání se skutečným provozem je tento údaj značně nadhodnocený, proto ve svém výpočtu použiji  $0,06 \text{ m}^3/\text{os} \cdot \text{den}$ .

Obyvatel bytu  $0,06 \text{ m}^3/\text{os}$

Zaměstnanci kavárny  $0,02 \text{ m}^3/\text{os}$

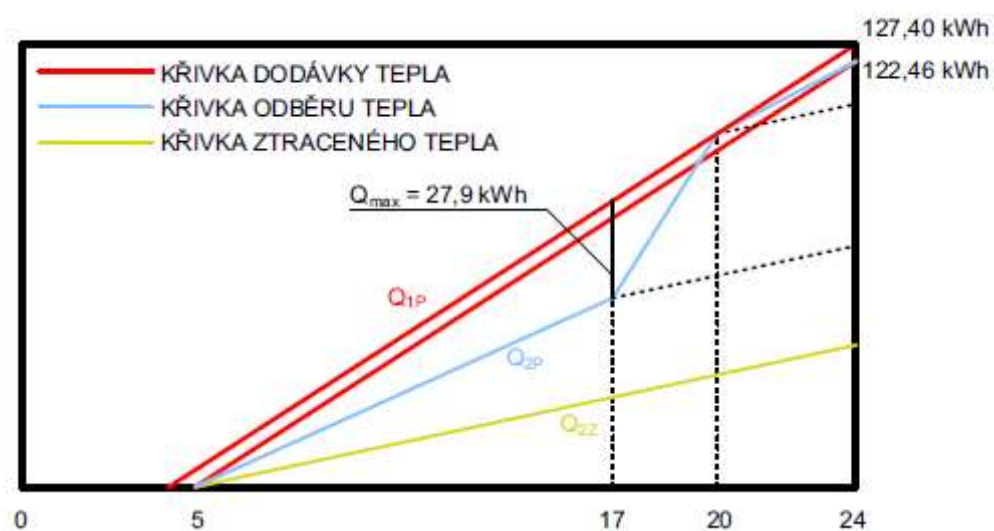
Uklízečka  $0,8 \text{ m}^3/\text{os}$

$$V_{2p} = 0,06 \cdot 12 + 0,02 \cdot 2 + 0,8 \cdot 1 = 1,56 \text{ m}^3$$

**Tabulka B5:** Rozdělení odběru teplé vody během časové periody

| Rozdělení odběru teplé vody během časové periody |             |  |  |
|--|-------------|--|--|
| Časové rozmezí [hod]                             | Využití [%] | Teplo odebrané za daný časový úsek [kWh] | Celkové teplo pro daný časový úsek [kWh] |
| 5 - 17   | 35          | 28,57                                    | 42,86                                    |
| 17 - 20  | 50          | 40,82                                    | 61,23                                    |
| 20 - 24  | 15          | 12,25                                    | 18,37                                    |

**Graf křivky odběru tepla**



**Graf B1:** Křivka odběru tepla

**Velikost zásobníku  $V_z$  [ $m^3$ ]:**

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot (t_2 + t_1)}$$

Kde  $\Delta Q_{max}$  – maximální rozdíl mezi křivkou dodávky a křivkou odběru [ $kWh$ ]

$c$  – měrná tepelná kapacita [ $J/kg.K$ ]

$t_2$  – teplota teplé vody – uvažuje se 55 °C

$t_1$  – teplota studené vody – uvažuje se 10 °C

$$V_z = \frac{27,9}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,53 \text{ m}^3 \rightarrow 530 \text{ l}$$

**Jmenovitý výkon ohřevu  $Q_{1n}$  [ $kW$ ]:**

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t}$$

kde  $Q_1$  – maximum křivky odběru ( $Q_1 = 127,4 \text{ kWh}$ )

$t$  – počet provozních hodin ( $t = 24 \text{ h}$ )

$$Q_{1n} = \frac{127,4}{24} = 5,308 \text{ kW}$$

**Potřebná teplosměnná plocha  $A$  [ $m^2$ ]:**

$$A = \frac{Q_{1n} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t}$$

kde  $Q_{1n}$  – jmenovitý výkon ohřevu [ $kW$ ]

$U$  – součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy ( $420 \text{ W}/(m^2K)$ )

$$A = \frac{5,308 \cdot 10^3}{420 \cdot 36,1} = 0,350 \text{ m}^2$$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$$

kde  $T_1$  – vstupní teplota topné vody (80 °C)

$T_2$  – výstupní teplota topné vody (60 °C)

$t_1$  – teplota studené vody (10 °C)

$t_2$  – teplota teplé vody (55 °C)

$$\Delta t = \frac{(80 - 55) + (60 - 10)}{\ln \frac{80-55}{60-10}} = 36,1$$

### Požadavky na zásobník:

Požadovaný objem zásobníku  $V_z = 530 \text{ l}$

Potřebná teplosměnná plocha  $A = 0,350 \text{ m}^2$

Jmenovitý výkon ohřevu:  $Q_{1n} = 5,308 \text{ kW}$

Navrhuji stacionární nepřímotopný zásobník THERM OKC 750 NTRR.

## ZÁSOBNÍKY pro nepřímý ohřev teplé vody

| Typ                         | Jedn. | OKC 200 NTR | OKC 200 NTRR | OKC 300 NTRR | OKC 400 NTRR | OKC 500 NTRR | OKC 750 NTRR | OKC 1000 NTRR |
|-----------------------------|-------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Objem                       | l     | 210         | 200          | 295          | 380          | 470          | 750          | 995           |
| Hmotnost                    | kg    | 95          | 108          | 124          | 144          | 183          | 245          | 315           |
| Výkon výměníku              | kW    | 32          | 24/24        | 48/26        | 57/31        | 65/40        | 60/33        | 76/32         |
| Výška                       | mm    | 1398        | 1398         | 1581         | 1631         | 1961         | 1998         | 2025          |
| Šířka                       | mm    | 585         | 585          | 670          | 700          | 700          | 910          | 1010          |
| Třída energetické účinnosti | -     | C           | C            | C            | D            | D            | -            | -             |
| Objednací číslo             | -     | 14314       | 14315        | 14333        | 14334        | 14335        | 14336        | 14337         |
| Doporučená cena bez DPH     | Kč    | 11 400      | 12 400       | 17 400       | 24 400       | 27 400       | 55 400       | 65 400        |

### Tech. list B1: Zásobník THERM OKC 750 NTRR [26]

Navrhuji plynový kondenzační kotel THERM 24 KDZN (Pro vytápění kotel disponuje tepelným výkonem v rozmezí 4,9 – 20,7 kW. Pro ohřev užitkové vody je vyhrazen maximální tepelný výkon až 24 kW).

| Technické údaje                              | Jedn.             | THERM 24 KDZN         |
|--|-------------------|-----------------------|
| Jmenovitý tepelný příkon                     | kW                | 20,6                  |
| Min. – max. tepelný výkon na vytápění        | kW                | 4,9 – 20,7            |
| Jmenovitý tepelný výkon na ohřev TV          | kW                | 24,0                  |
| Spotřeba plynu - zemní plyn                  | m <sup>3</sup> /h | 0,48 – 2,04           |
| Spotřeba plynu - propan                      | m <sup>3</sup> /h | 0,20 – 0,80           |
| Min. – max. tlak topného systému             | bar               | 0,8 – 3,0             |
| Max. výstupní teplota topné vody             | °C                | 80                    |
| Účinnost kotle                               | %                 | 99 – 107              |
| Objem expanzomatu                            | l                 | 7                     |
| Jmenovité napájecí napětí / frekvence        | V/Hz              | 230/50 ~              |
| Pomocná el. energie při jmen. tepel. příkonu | W                 | 66,0                  |
| Stupeň krytí el. částí                       | -                 | IP 41 (D)             |
| Průměr kouřovodu                             | mm                | 60/100, 80/125, 2x 80 |
| Rozměry: výška/šířka/hloubka                 | mm                | 725/430/285           |
| Hmotnost kotle                               | kg                | 33                    |
| Třída sezonní energetické účinnosti vytápění | -                 | A                     |
| Objednací číslo                              | -                 | 1092                  |
| Doporučená cena bez DPH                      | Kč                | 28 900                |

### Tech. list B2: Plynový kondenzační kotel THERM 24 KDZN [26]

## 2. Výpočet tepelných ztrát pomocí protokolu k energetickému štítku obálky budovy

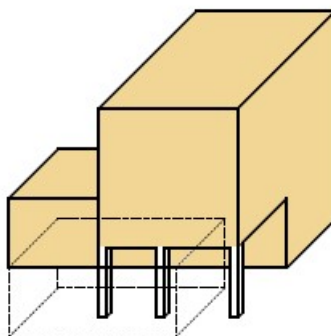
Teplo pro ohřev vody a pro vytápění bude zajišťovat plynový kondenzační kotel. Aby bylo možné určit výkony kotlu, je nutné zjistit tepelné ztráty objektu. Pro výpočet energetického štítku obálky budovy uvažují hodnoty součinitele prostupu tepla, jako doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_{\text{rec},20}$ , dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky.

Teplota v interiéru  $t_i$ :  $t_i = 21\text{ °C}$

Teplota v exteriéru  $t_e$ :  $t_e = -12\text{ °C}$

**Tabulka B6:** Výpis použitých k-cí

| Výpis použitých k-cí                     |  |
|--|--|
| Popis konstrukce                         | Požadované hodnoty součinitele prostupu tepla $U$<br>[ $W/(m^2 \cdot K)$ ] |
| Stěna vnější                             | 0,3  |
| Podlaha na terénu                        | 0,45   |
| Střecha                                  | 0,24   |
| Okna                                     | 1,5  |
| Dveře                                    | 1,7  |
| Stěna mezi sousedními budovami           | 1,05   |
| Strop s podlahou nad venkovním prostorem | 0,24   |
| Podlaha nad suterénem                    | 0,6  |



**Obrázek B13:** Model obálky budovy

**Tabulka B7: Charakteristika budovy**

| Charakteristika budovy  |                        |
|---|------------------------|
| Objem budovy $V_b$ – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžije, římsy, atiky a základy            | 1396,03 m <sup>3</sup> |
| Celková plocha $A$ obálky budovy – součet vnějších ploch Ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy | 870,12 m <sup>2</sup>  |
| Objemový faktor tvaru budovy $A/V$  | 0,62                   |
| Převažující vnitřní teplota v topném období $t_i$   | 21 °C                  |
| Venkovní návrhová teplota v zimním období $t_e$   | -15 °C                 |

**Tabulka B8: Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla**

| Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla |                            |                                      |                          |   |
|---|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---|
| KONSTRUKCE  | Plocha                     | Doporučený součinitel prostupu tepla | Činitel teplotní redukce | Měrná ztráta prostupem tepla<br>$H_t = A_i \cdot U \cdot b_i$ |
|   | $A_i$<br>[m <sup>2</sup> ] | $U$<br>[W/(m <sup>2</sup> · K)]      | $B_i$<br>[-]             | $H_t$<br>[W/K]  |
| Okna  | 40,25                      | 1,5                                  | 1,15                     | 69,43   |
| Dveře vnější  | 6,72                       | 1,7                                  | 1,15                     | 13,14   |
| Stěny vnější po odečtení výplní otvorů                    | 301,65                     | 0,3                                  | 1                        | 90,3  |
| Střecha   | 216,97                     | 0,24                                 | 1                        | 52,07   |
| Podlaha na terénu   | 40,62                      | 0,45                                 | 0,4                      | 7,31  |
| Podlaha nad suterénem                                     | 67,86                      | 0,6                                  | 0,43                     | 17,51   |
| Stěna mezi sousedními budovami                            | 136,65                     | 1,05                                 | 0,00                     | 0   |
| Strop s podlahou nad venkovním prostorem                  | 59,4                       | 0,24                                 | 1                        | 14,26   |
| CELKEM  | 870,12                     |                                      |                          | 264,02  |

**Průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]:**

$$U_{em} = \frac{H_T}{A}$$

$$U_{em} = \frac{351,03}{870,12} = 0,4 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$$

**Podmínka:**

$$U_{em} \leq U_{em,N} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

kde  $U_{em}$  – průměrný součinitel prostupu tepla budovy

$U_{em,N}$  – požadovaná maximální hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy. Stanovuje se v závislosti na typu objektu. Pro obytné budovy ze vztahu:

$$U_{em,N} = 0,30 + \frac{0,15}{A/V} = 0,30 + \frac{0,15}{0,62} = 0,54 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$$

$0,4 \text{ W}/(m^2 K) \leq 0,54 \text{ W}/(m^2 K) \rightarrow$  **PODMÍNKNA JE SPLNĚNA**

**Stupeň tepelné náročnosti budovy [%]:**

$$STN = 100 \cdot \frac{U_{em}}{U_{em,N}}$$

$$STN = 100 \cdot \frac{0,4}{0,54} = 74,07 \%$$

Pro splnění normových požadavků musí být STN menší než 100%

$\rightarrow$  **PODMÍNKNA JE SPLNĚNA**

**Celková měrná ztráta prostupem  $H_T$  [ $W/K$ ]:**

$$H_T = \sum H_{TI} + A \cdot \Delta U_{tbn}$$

kde  $\Delta U_{tbn}$  - průměrný vliv tepelných vazeb na hranici budovy. (Hodnota  $\Delta U_{tbn}$  se odhaduje na základě kvality navržených detailů. Standardně se uvažuje

$$\Delta U_{tbn} = 0,1 \text{ W}/(m^2 K)$$

$A$  - celková plocha konstrukcí ohraničující vytápěný objem budovy [ $m^2$ ]

$$H_T = 264,02 + 870,12 \cdot 0,1 = 351,03 \text{ W}/K$$



**Celková ztráta prostupem  $Q_{\pi}$  [kW]:**

$$t_{i,m} = 20 - 24 \text{ }^{\circ}\text{C}, t_e = -12^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{Ti} = H_T \cdot (t_{i,m} - t_e)$$

$$Q_{Ti} = 351,03 \cdot (22 - (-12)) = 11934,1 \text{ W} = 11,93 \text{ kW}$$

**Ztráta větráním (přirozené)  $Q_{vi}$  [kW]:**

$$V_a = 0,8 \cdot V_b$$

kde  $V_a$  – zjednodušený vzduchový objem budovy [ $\text{m}^3$ ]

$V_b$  – vnější objem vytápěné zóny budovy [ $\text{m}^3$ ]

$$V_a = 0,8 \cdot 1396,03 = 1116,82 \text{ m}^3$$

$$V_{ih} = \frac{n}{3600} \cdot V_a$$

kde  $V_{ih}$  – Objemový tok větracího vzduchu z hygienických požadavků [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$n$  – číslo výměny vzduchu,  $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$

$$V_{ih} = \frac{0,5}{3600} \cdot 1116,82 = 0,16 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{Vi} = 1300 \cdot V_{ih} \cdot (t_{i,m} - t_e)$$

$$Q_{Vi} = 1300 \cdot 0,16 \cdot (22 - (-12)) = 7072 \text{ W} = 7,07 \text{ kW}$$

**Celková předběžná tepelná ztráta budovy  $Q_i$  [kW]:**

$$Q_i = Q_{Ti} + Q_{Vi}$$

$$Q_i = 11,93 + 7,07 = 19 \text{ kW}$$

### 3. Dimenzování kanalizačního potrubí

**Tabulka B9:** Výpočtové odtoky DU [l/s] jednotlivých zařizovacích předmětů

| Výpočtové odtoky DU [l/s] jednotlivých zařizovacích předmětů |          |                          |
|--|----------|--------------------------|
| Zařizovací předměty  | Označení | Výpočtový odtok DU [l/s] |
| Záchodová mísa   | WC       | 2,0                      |
| Umyvadlo   | U        | 0,5                      |
| Umývatko   | UM       | 0,3                      |
| Vana   | VA       | 0,8                      |
| Kuchyňský dřez   | DJ       | 0,8                      |
| Automatická pračka   | AP       | 0,8                      |
| Myčka nádobí   | MN       | 0,8                      |
| Podlahová vpust DN 100                                       | VP       | 2,0                      |
| Výlevka závěsná  | VS       | 1,5                      |
| Myčka nádobí   | MN       | 0,8                      |

**Průtok splaškových vod  $Q_{ww}$  [l/s]:**

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}$$

kde  $K$  – součinitel odtoku, v  $l^{0,5}/s^{0,5}$  podle tabulky

$\sum DU$  – součet výpočtových odtoků, v l/s, které najdeme v tabulce

**Trvalý průtok  $Q_c$  [l/s]:**

$$Q_c = z \cdot \sum DU$$

kde  $z$  – součinitel teoretického zdržení odtoku v zařizovacích předmětech

$\sum DU$  – součet výpočtových odtoků, v l/s, které najdeme v tabulce

**Celkový průtok splaškových vod  $Q_{tot}$  [l/s]:**

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r$$

kde  $Q_{ww}$  – průtok splaškových vod [l/s]

$Q_c$  – trvalý průtok [l/s]

$Q_p$  – čerpaný průtok [l/s]

$Q_r$  – průtok dešťových vod [l/s]

Průtok dešťových vod  $Q_r$  [l/s]:

$$Q_r = i \cdot A \cdot C$$

kde  $i$  – intenzita deště [l/(s · m<sup>2</sup>)]

$A$  – půdorysný průmět odvodňované plochy [m<sup>2</sup>]

$C$  – součinitel odtoku srážkových vod

### 3.1. Dimenzování splaškového potrubí

**Tabulka B10:** Výpočet přípojovacích a odpadních potrubí S2 a S3

| ÚSEK    | k<br>[l <sup>0,5</sup> /s <sup>0,5</sup> ] | VÝPOČTOVÝ ODTOK [l/s] |     |     |     |     |     |     |    | ΣDU<br>[l/s] | DU <sub>max</sub><br>[l/s] | Q <sub>ww</sub><br>[l/s] | Q <sub>max</sub><br>[l/s] | DN  |
|---------|--|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----|
|         |  | 2                     | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 1,5 | 1  |              |                            |                          |                           |     |
|         |  | WC                    | VA  | DJ  | AP  | U   | UM  | VS  | MN |              |                            |                          |                           |     |
| 1 - 2   | 0,5  | 1                     |     |     |     |     |     |     |    |              | 2                          |                          |                           | 110 |
| 3 - 4   | 0,5  |                       |     | 1   |     |     |     |     | 1  | 1,6          | 0,8                        | 0,63                     | 0,8                       | 50  |
| 5 - 4   | 0,5  |                       |     |     |     | 1   |     |     |    |              | 0,5                        |                          |                           | 50  |
| 4 - 6   | 0,5  |                       |     | 1   |     | 1   |     |     | 1  | 2,1          | 0,8                        | 0,72                     | 0,8                       | 50  |
| 6 - 2   | 0,5  |                       |     | 1   |     | 1   |     |     | 1  | 2,1          | 0,8                        | 0,72                     | 2,5                       | 110 |
| 7 - 8   | 0,5  |                       |     |     | 1   |     |     |     |    |              | 0,8                        |                          |                           | 50  |
| 9 - 8   | 0,5  |                       | 1   |     |     |     |     |     |    |              | 0,8                        |                          |                           | 50  |
| 8 - 2   | 0,5  |                       | 1   |     | 1   |     |     |     |    | 1,6          | 0,8                        | 0,63                     | 0,8                       | 50  |
| 2 - 10  | 0,5  | 1                     | 1   | 1   | 1   | 1   |     |     | 1  | 5,7          | 2                          | 1,19                     | 2,5                       | 110 |
| 11 - 12 | 0,5  | 1                     |     |     |     |     |     |     |    |              | 2                          |                          |                           | 110 |
| 13 - 14 | 0,5  |                       |     | 1   |     |     |     |     | 1  | 1,6          | 0,8                        | 0,63                     | 0,8                       | 50  |
| 15 - 14 | 0,5  |                       |     |     |     | 1   |     |     |    |              | 0,5                        |                          |                           | 50  |
| 14 - 10 | 0,5  |                       |     | 1   |     | 1   |     |     | 1  | 2,1          | 0,8                        | 0,72                     | 0,8                       | 50  |
| 10 - 12 | 0,5  | 1                     | 1   | 2   | 1   | 2   |     |     | 2  | 7,8          | 2                          | 1,40                     | 2,5                       | 110 |
| 16 - 17 | 0,5  |                       |     |     | 1   |     |     |     |    |              | 0,8                        |                          |                           | 50  |
| 18 - 17 | 0,5  |                       | 1   |     |     |     |     |     |    |              | 0,8                        |                          |                           | 50  |
| 17 - 12 | 0,5  |                       | 1   |     | 1   |     |     |     |    | 1,6          | 0,8                        | 0,63                     | 0,8                       | 50  |
| 12 - 19 | 0,5  | 2                     | 2   | 2   | 2   | 2   |     |     | 2  | 11,4         | 2                          | 1,69                     | 2,5                       | 110 |
| 20 - 19 | 0,5  |                       |     |     |     | 1   | 1   |     |    | 0,8          | 0,5                        | 0,45                     | 0,8                       | 50  |
| 19 - 22 | 0,5  | 2                     | 2   | 2   | 2   | 3   | 1   |     | 2  | 12,2         | 2                          | 1,75                     | 2,5                       | 110 |
| 21 - 22 | 0,5  | 1                     |     |     |     |     |     |     |    |              | 2                          |                          |                           | 110 |
| 22 - 24 | 0,5  | 3                     | 2   | 2   | 2   | 3   | 1   |     | 2  | 14,2         | 2                          | 1,88                     | 2,5                       | 110 |
| 23 - 24 | 0,5  | 1                     |     |     |     |     |     |     |    |              | 2                          |                          |                           | 110 |
| 24-S2   | 0,5  | 3                     | 2   | 2   | 2   | 3   | 1   |     | 2  | 14,2         | 2                          | 1,88                     | 2,5                       | 110 |

(Poznámka: Text zvýrazněný kurzívou a hnědou barvu značí odpadní potrubí)

**Tabulka B11:** Výpočet přípojovacích a odpadních potrubí S4 a S5

| ÚSEK   | k<br>[l <sup>0,5</sup> /s <sup>0,5</sup> ] | VÝPOČTOVÝ ODTOK [l/s] |     |     |     |     |     |     |     | ΣDU<br>[l/s] | DU <sub>max</sub><br>[l/s] | Q <sub>ww</sub><br>[l/s] | Q <sub>max</sub><br>[l/s] | DN  |
|--------|--|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----|
|        |  | 2                     | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 1,5 | 0,8 |              |                            |                          |                           |     |
|        |  | WC                    | VA  | DJ  | AP  | U   | UM  | VS  | MN  |              |                            |                          |                           |     |
| 1 - 2  | 0,5  |                       |     |     |     |     | 1   |     |     | 0,3          | 0,3                        |                          |                           | 40  |
| 2 - 4  | 0,5  |                       |     |     |     |     | 1   |     |     | 0,3          | 0,3                        |                          |                           | 75  |
| 3 - 4  | 0,5  | 1                     |     |     |     |     |     |     |     | 2            | 2                          |                          |                           | 110 |
| 4 - S4 | 0,5  | 1                     |     |     |     |     | 1   |     |     | 2,3          | 2                          | 0,76                     | 2,5                       | 110 |
| 5 - 6  | 0,5  |                       |     | 1   |     |     |     |     |     | 0,8          | 0,8                        |                          |                           | 75  |
| 7 - 6  | 0,5  |                       |     |     |     |     |     |     | 1   | 0,8          | 0,8                        |                          |                           | 50  |
| 6 - S5 | 0,5  |                       |     | 1   |     |     |     |     | 1   | 1,6          | 0,8                        | 0,63                     | 2                         | 75  |

(Poznámka: Text zvýrazněný kurzívou a hnědou barvu značí odpadní potrubí)

**Tabulka B12:** Výpočet přípojovacích a odpadních potrubí S6

| ÚSEK    | k<br>[l <sup>0,5</sup> /s <sup>0,5</sup> ] | VÝPOČTOVÝ ODTOK [l/s] |     |     |     |     |     |     |     | ΣDU<br>[l/s] | DU <sub>max</sub><br>[l/s] | Q <sub>ww</sub><br>[l/s] | Q <sub>max</sub><br>[l/s] | DN  |
|---------|--|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----|
|         |  | 2                     | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 1,5 | 0,8 |              |                            |                          |                           |     |
|         |  | WC                    | VA  | DJ  | AP  | U   | UM  | VS  | MN  |              |                            |                          |                           |     |
| 1 - 2   | 0,5  |                       | 1   |     |     |     |     |     |     |              | 0,8                        |                          |                           | 50  |
| 3 - 4   | 0,5  |                       |     |     |     | 1   |     |     |     |              | 0,5                        |                          |                           | 50  |
| 5 - 4   | 0,5  |                       |     |     | 1   |     |     |     |     |              | 0,8                        |                          |                           | 50  |
| 6 - 7   | 0,5  |                       |     | 1   |     |     |     |     | 1   | 1,6          | 0,8                        | 0,63                     | 0,8                       | 50  |
| 4 - 7   | 0,5  |                       |     |     | 1   | 1   |     |     |     | 1,3          | 0,8                        | 0,57                     | 0,8                       | 50  |
| 7 - 8   | 0,5  |                       |     | 1   | 1   | 1   |     |     | 1   | 2,9          | 0,8                        | 0,85                     | 1,5                       | 75  |
| 9 - 8   | 0,5  | 1                     |     |     |     |     |     |     |     |              | 2                          |                          |                           | 110 |
| 8 - 2   | 0,5  | 1                     |     | 1   | 1   | 1   |     |     | 1   | 4,9          | 2                          | 1,11                     | 2,5                       | 110 |
| 2 - 10  | 0,5  | 1                     | 1   | 1   | 1   | 1   |     |     | 1   | 5,7          | 2                          | 1,19                     | 4                         | 110 |
| 11 - 10 | 0,5  |                       | 1   |     |     |     |     |     |     |              | 0,8                        |                          |                           | 50  |
| 12 - 13 | 0,5  |                       |     |     |     | 1   |     |     |     |              | 0,5                        |                          |                           | 50  |
| 14 - 13 | 0,5  |                       |     |     | 1   |     |     |     |     |              | 0,8                        |                          |                           | 50  |
| 15 - 16 | 0,5  |                       |     | 1   |     |     |     |     | 1   | 1,6          | 0,8                        | 0,63                     | 0,8                       | 50  |
| 13 - 16 | 0,5  |                       |     |     | 1   | 1   |     |     |     | 1,3          | 0,8                        | 0,57                     | 0,8                       | 50  |
| 16 - 17 | 0,5  |                       |     | 1   | 1   | 1   |     |     | 1   | 2,9          | 0,8                        | 0,85                     | 1,5                       | 75  |
| 18 - 17 | 0,5  | 1                     |     |     |     |     |     |     |     | 2            | 2                          |                          |                           | 110 |
| 17 - 10 | 0,5  | 1                     |     | 1   | 1   | 1   |     |     | 1   | 4,9          | 2                          | 1,11                     | 2,5                       | 110 |
| 10 - S6 | 0,5  | 2                     | 2   | 2   | 2   | 2   |     |     | 2   | 11,4         | 2                          | 1,69                     | 4                         | 110 |

(Poznámka: Text zvýrazněný kurzívou a hnědou barvu značí odpadní potrubí)

**Tabulka B13:** Výpočet přípojovacích a odpadních potrubí S7

| ÚSEK    | k<br>[l <sup>0,5</sup> /s <sup>0,5</sup> ] | VÝPOČTOVÝ ODTOK [l/s] |     |     |     |     |     |     |     | ΣDU<br>[l/s] | DU <sub>max</sub><br>[l/s] | Q <sub>ww</sub><br>[l/s] | Q <sub>max</sub><br>[l/s] | DN  |
|---------|--|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----|
|         |  | 2                     | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 1,5 | 0,8 |              |                            |                          |                           |     |
|         |  | WC                    | VA  | DJ  | AP  | U   | UM  | VS  | MN  |              |                            |                          |                           |     |
| 1 - 2   | 0,5  |                       |     | 1   |     |     |     |     | 1   | 1,6          | 0,8                        | 0,63                     | 0,8                       | 50  |
| 3 - 2   | 0,5  |                       |     |     | 1   |     |     |     |     |              | 0,8                        |                          |                           | 50  |
| 4 - 5   | 0,5  |                       |     |     |     | 1   |     |     |     |              | 0,5                        |                          |                           | 50  |
| 2 - 5   | 0,5  |                       |     | 1   | 1   |     |     |     | 1   | 2,4          | 0,8                        | 0,77                     | 0,8                       | 50  |
| 5 - 6   | 0,5  |                       |     | 1   | 1   | 1   |     |     | 1   | 2,9          | 0,8                        | 0,85                     | 1,5                       | 75  |
| 8 - 9   | 0,5  |                       | 1   |     |     |     |     |     |     |              | 0,8                        |                          |                           | 50  |
| 7 - 9   | 0,5  | 1                     |     |     |     |     |     |     |     |              | 2                          |                          |                           | 110 |
| 6 - 9   | 0,5  |                       |     | 1   | 1   | 1   |     |     | 1   | 2,9          | 0,8                        | 0,85                     | 1,5                       | 75  |
| 9 - 10  | 0,5  | 1                     | 1   | 1   | 1   | 1   |     |     | 1   | 5,7          | 2                          | 1,19                     | 2,5                       | 110 |
| 10 - S1 | 0,5  | 1                     | 1   | 1   | 1   | 2   |     | 1   |     | 6,2          | 2,5                        | 1,24                     | 2,5                       | 110 |

| ÚSEK  | k<br>[l <sup>0,5</sup> /s <sup>0,5</sup> ] | VÝPOČTOVÝ ODTOK [l/s] |     |     |     |     |     |     |     | ΣDU<br>[l/s] | DU <sub>max</sub><br>[l/s] | Q <sub>ww</sub><br>[l/s] | Q <sub>max</sub><br>[l/s] | DN  |
|-------|--|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----|
|       |  | 2                     | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 1,5 | 0,8 |              |                            |                          |                           |     |
|       |  | WC                    | VA  | DJ  | AP  | U   | UM  | VS  | MN  |              |                            |                          |                           |     |
| 11-13 | 0,5  |                       |     |     |     | 1   |     |     |     |              | 0,5                        |                          |                           | 50  |
| 12-13 | 0,5  |                       |     |     |     |     |     | 1   |     |              | 1,5                        |                          |                           | 110 |
| 13-14 | 0,5  |                       |     |     |     | 1   |     | 1   |     | 2            | 1,5                        | 0,71                     | 2,5                       | 110 |

(Poznámka: Text zvýrazněný kurzívou a hnědou barvu značí odpadní potrubí)

#### Návrh čerpací stanice odpadních vod

Čerpaný průtok ≥ Přitékající průtok odpadních vod

**Tabulka B14:** Návrh čerpací stanice odpadních vod

| Q <sub>D</sub><br>[l/s] | D <sub>a.s</sub><br>[mm] | v<br>[m/s] | l<br>[m] | R<br>[kPa/m] | I.R<br>[kPa] | ξ          |          |               |          | Σξ<br>[-] | Δp <sub>r</sub><br>[kPa] | I.R<br>+<br>Δp <sub>r</sub><br>[kPa] |
|-------------------------|--------------------------|------------|----------|--------------|--------------|------------|----------|---------------|----------|-----------|--------------------------|--------------------------------------|
|                         |                          |            |          |              |              | 1,5        | 0,6      | 6             | 16       |           |                          |                                      |
|                         |                          |            |          |              |              | Koleno 90° | ŠOUPÁTKO | Zpětný ventil | Čerpadlo |           |                          |                                      |
| 1,5                     | 75x12,5                  | 0,8        | 3,8      | 0,13         | 0,494        | 3          | 1        | 1             | 1        | 27        | 8,64                     | 9,131                                |

**Stanovení dopravní výšky čerpadla  $H$  [m]:**

$$H = H_g + \frac{\Delta P}{\rho \cdot g}$$

kde  $H_g$  – geodetická výtlačná výška [m]

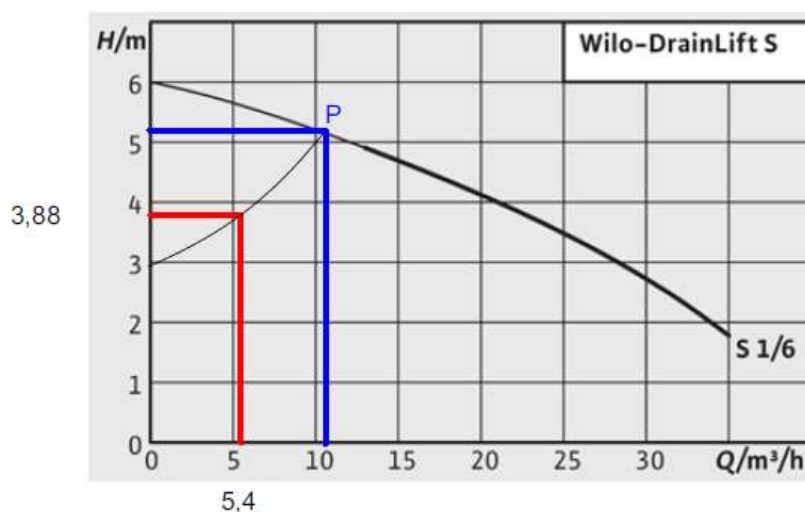
$g$  – tíhové zrychlení [ $\text{m/s}^2$ ]

$\rho$  – hustota vody [ $\text{kg/m}^3$ ]

$\Delta p$  – tlakové ztráty v potrubí [Pa]

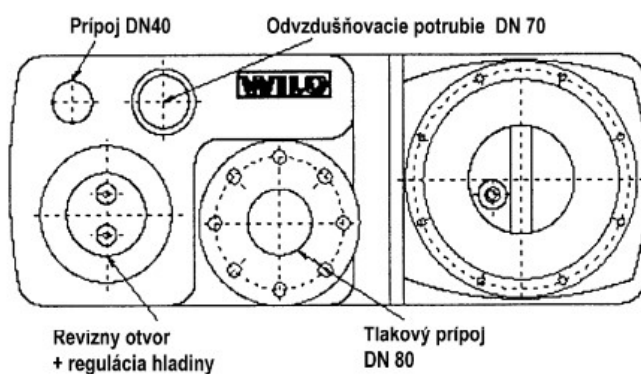
$$H = 2,95 + \frac{9131}{1000 \cdot 9,81} = 3,88 \text{ m}$$

**Charakteristika čerpadla [27]:**



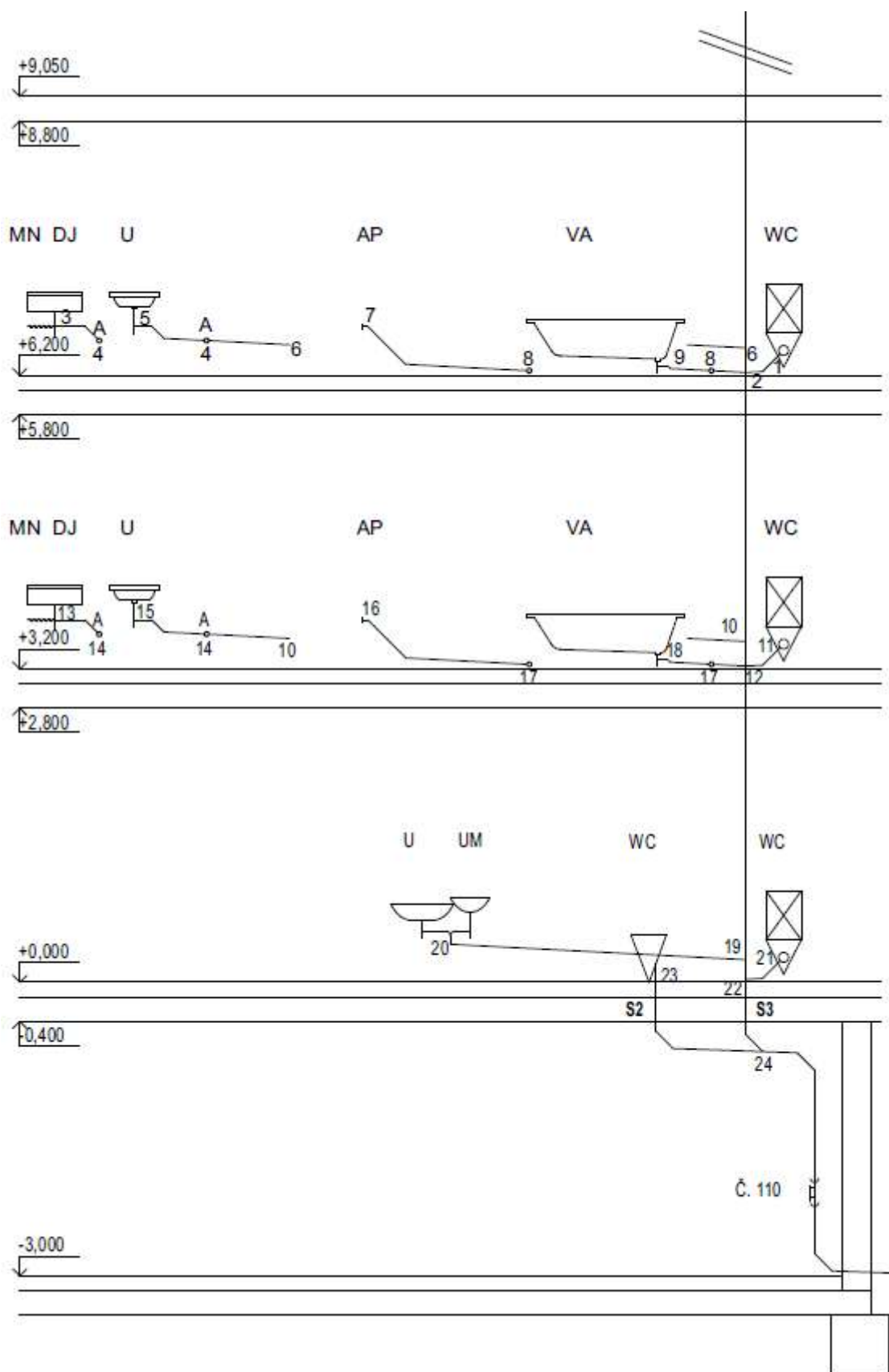
**Graf B2:** Charakteristika čerpadla

**Konstrukce čerpadla Wilo**

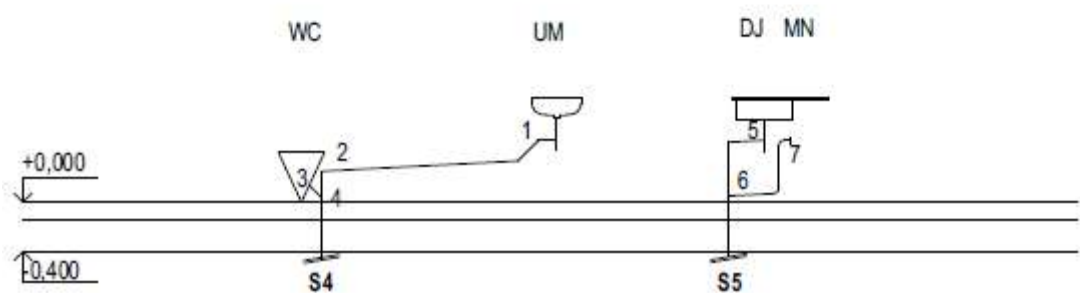
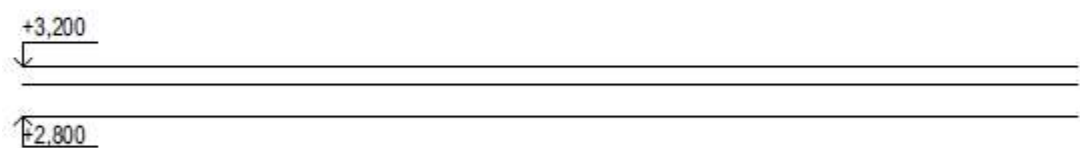
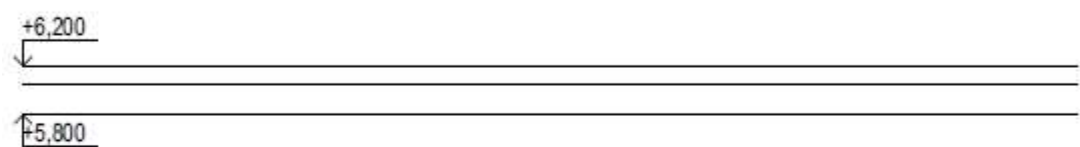
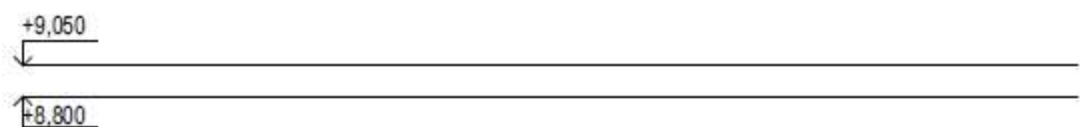


**Obrázek B14:** Konstrukce čerpadla [27]

**Výpočtové schéma B1: Výpočtové schéma S2 a S3**

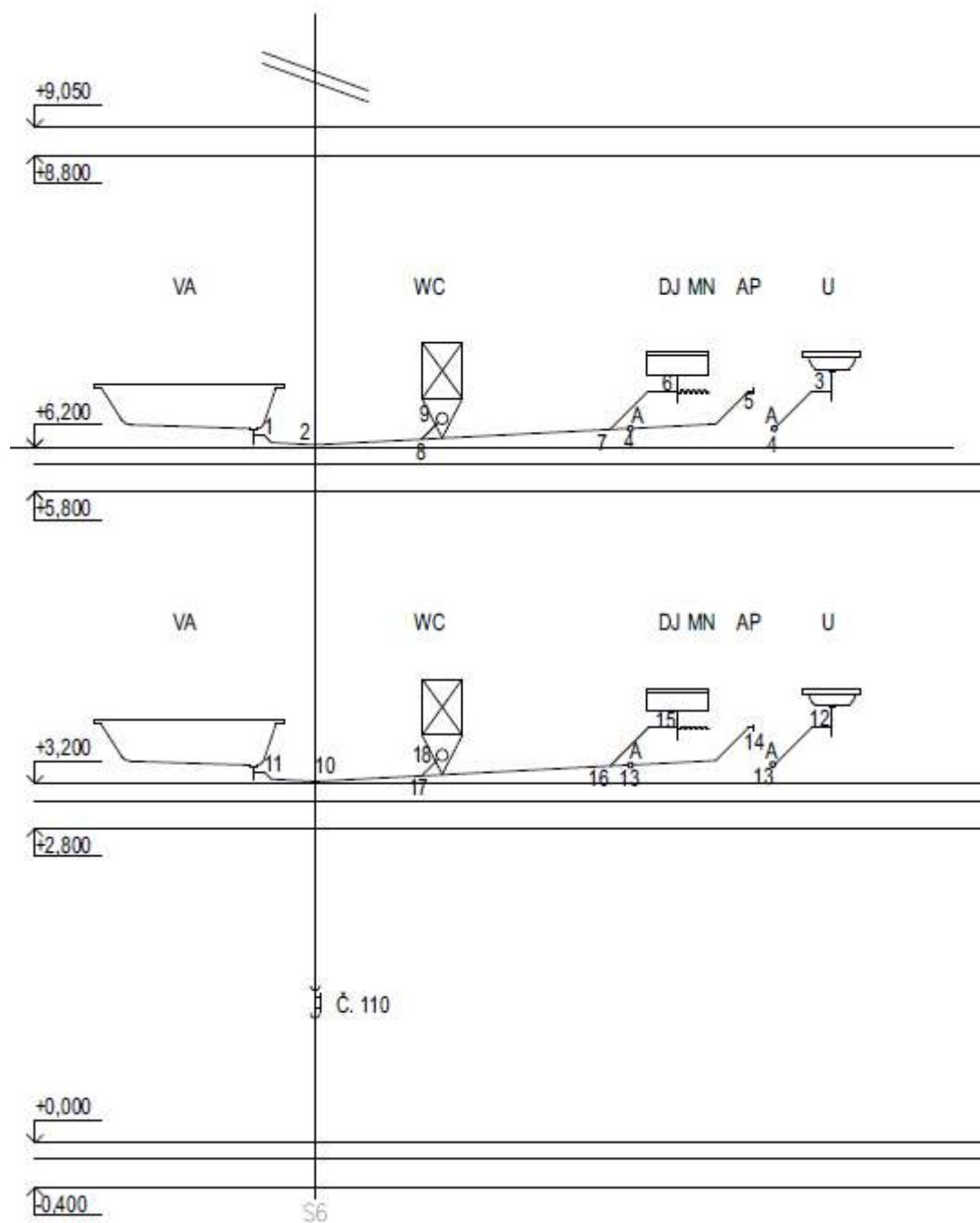


**Výpočtové schéma B2: Výpočtové schéma S4 a S5**

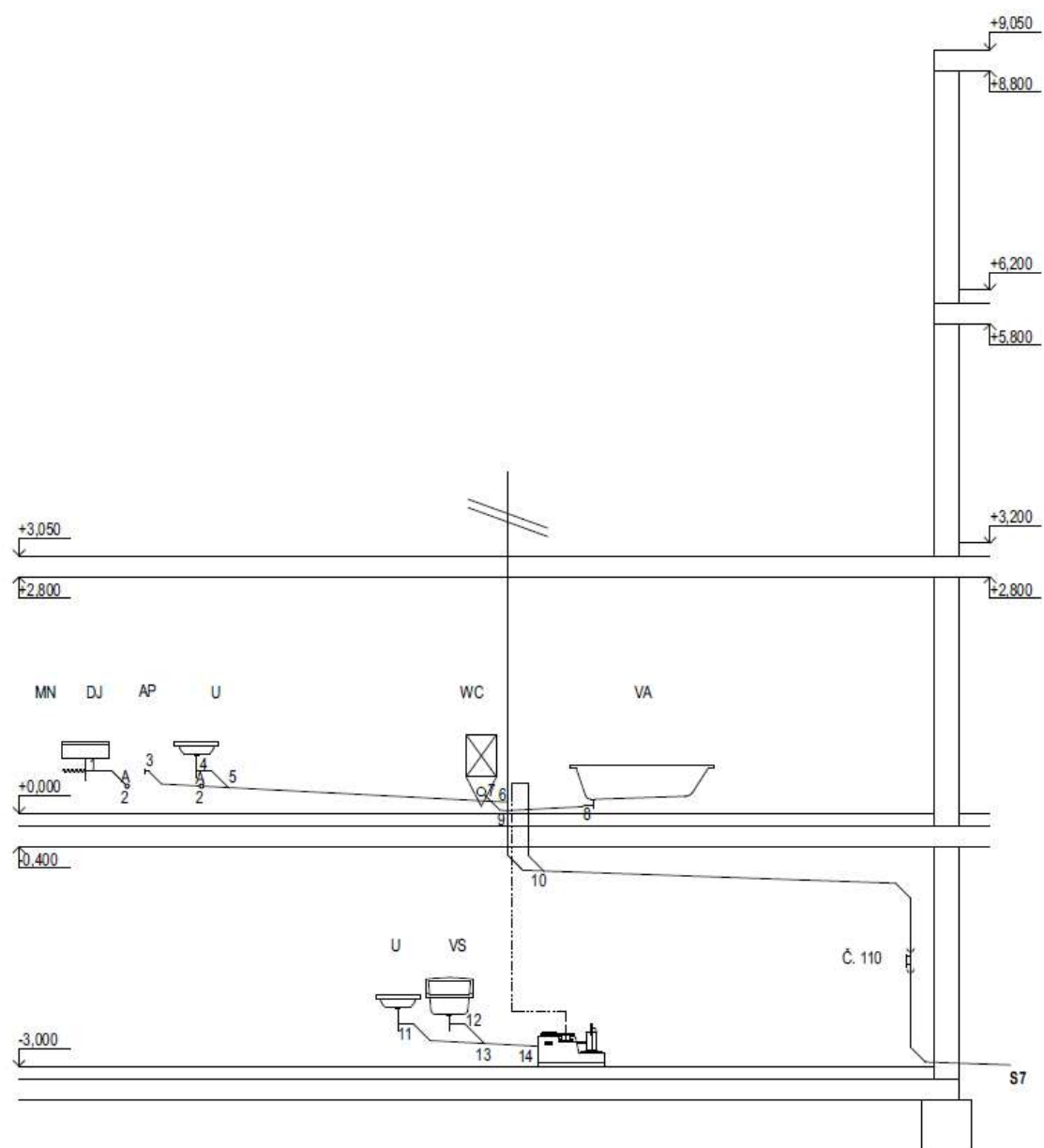




**Výpočtové schéma B3: Výpočtové schéma S6**



**Výpočtové schéma B4: Výpočtové schéma S7**



**Tabulka B15:** Výpočet svodného potrubí

| Výpočet svodného potrubí |  |              |                         |                          |                           |     |         |
|--------------------------|--|--------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|-----|---------|
| ÚSEK                     | k<br>[l <sup>0,5</sup> /s <sup>0,5</sup> ] | ΣDU<br>[l/s] | DU <sub>max</sub> [l/s] | Q <sub>ww</sub><br>[l/s] | Q <sub>max</sub><br>[l/s] | DN  | POTRUBÍ |
| S4 - S4'                 | 0,5  | 2,5          | 2                       | 0,79                     | 7,3                       | 110 | PVC KG  |
| S5 - S4'                 | 0,5  | 1,6          | 0,8                     | 0,63                     | 7,3                       | 110 | PVC KG  |
| S4' - S6'                | 0,5  | 4,1          | 2                       | 1,01                     | 7,3                       | 110 | PVC KG  |
| S6 - S6'                 | 0,5  | 11           | 2                       | 1,66                     | 7,3                       | 110 | PVC KG  |
| S6 - S1'                 | 0,5  | 15,1         | 2                       | 1,94                     | 7,3                       | 110 | PVC KG  |
| S1 - S2'                 | 0,5  | 2            | 2                       | 0,71                     | 11,8                      | 125 | PVC KG  |
| S3 - S3'                 | 0,5  | 14,2         | 2                       | 1,88                     | 7,3                       | 110 | PVC KG  |
| S2 - S3'                 | 0,5  | 2            | 2                       | 0,71                     | 7,3                       | 110 | PVC KG  |
| S3' - S2'                | 0,5  | 16,2         | 2                       | 2,01                     | 7,3                       | 110 | PVC KG  |
| S2' - S7'                | 0,5  | 18,2         | 2                       | 2,13                     | 9,6                       | 125 | PVC KG  |
| S7 - S7'                 | 0,5  | 7,7          | 2                       | 1,39                     | 7,3                       | 110 | PVC KG  |
| S7' - S1'                | 0,5  | 25,9         | 2                       | 2,54                     | 9,3                       | 125 | PVC KG  |

### 3.2. Dimenzování dešťového potrubí

Průtok dešťových vod  $Q_r$  [l/s]:

$$Q_r = i \cdot A \cdot C$$

kde  $i$  – intenzita deště [l/(s · m<sup>2</sup>)]

$A$  – půdorysný průmět odvodňované plochy [m<sup>2</sup>]

$C$  – součinitel odtoku srážkových vod

**Odvodnění střechy A (156,4 m<sup>2</sup>)**

$$Q_r = 0,03 \cdot 156,4 \cdot 1 = 4,692 \text{ l/s}$$

$$Q_{r1} = Q_{r2} = 2,346 \text{ l/s} \Rightarrow DN 100, Q_{max} = 3,0 \text{ l/s}$$

**Odvodnění střechy B (67,1 m<sup>2</sup> + ½ · 156,4 m<sup>2</sup>)**

$$Q_{r3} = 0,03 \cdot 145,36 \cdot 1 = 4,3 \text{ l/s} \Rightarrow DN 125, Q_{max} = 4,8 \text{ l/s}$$

**Průtok svodným potrubím**

$$Q_r = 4,692 + 4,3 = 8,992 \text{ l/s} \Rightarrow DN 125 \text{ při sklonu } 2\%, Q_{max} = 9,6 \text{ l/s}$$

### 3.3. Dimenzování kanalizační přípojky

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r = (2,54 + 1,94) + 9,6 = 14,11 \text{ l/s} \rightarrow \text{PVC KG DN 160}$$

## 4. Návrh retenční nádrže

**Retenční objem retenční dešťové nádrže  $V_r$  [ $m^3$ ]:**

$$V_r = 0,001 \cdot w \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_r) - 0,001 \cdot Q_o \cdot t_c \cdot 60$$

kde  $s$  – součinitel stoletých srážek

$h_d$  – návrhový úhrn srážky [mm]

$A_{red}$  – redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [ $m^2$ ]

$A_r$  – plocha hladiny retenční dešťové nádrže [ $m^2$ ]

$Q_o$  – regulovaný odtok srážkových vod z retenční dešťové nádrže [l/s]

$t_c$  – doba trvání srážky [min]

$Q_{st}$  – stanovený odtok srážkových vod z celé nemovitosti

$$A_{red} = A \cdot C = 223,5 \cdot 1 = 223,5 \text{ m}^2$$

$$Q_o = \frac{A \cdot Q_{st}}{10000} = \frac{546,25 \cdot 10}{10000} = 0,546 \text{ l/s}$$

**Tabulka B16:** Výpočet objemu retenční nádrže

| Doba trvání srážky [min] | Návrhový úhrn srážek [mm] | $V_r = 0,001 \cdot w \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_r) - 0,001 \cdot Q_o \cdot t_c \cdot 60$ | Retenční objem [ $m^3$ ] |
|--------------------------|---------------------------|--|--------------------------|
| 5                        | 12                        | $V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 12 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,546 \cdot 5 \cdot 60$      | 2,53                     |
| 10                       | 18                        | $V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 18 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,546 \cdot 10 \cdot 60$     | 3,71                     |
| 15                       | 21                        | $V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 21 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,546 \cdot 15 \cdot 60$     | 4,22                     |
| 20                       | 23                        | $V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 23 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,546 \cdot 20 \cdot 60$     | 4,51                     |
| 30                       | 25                        | $V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 25 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,546 \cdot 30 \cdot 60$     | 4,66                     |
| 40                       | 27                        | $V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 27 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,546 \cdot 40 \cdot 60$     | 4,79                     |
| 60                       | 29                        | $V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 29 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,546 \cdot 60 \cdot 60$     | 4,61                     |
| 120                      | 35                        | $V_r = 0,001 \cdot 1 \cdot 35 \cdot (223,5 + 0) - 0,001 \cdot 0,46 \cdot 120 \cdot 60$     | 4,09                     |

Navržená samonosná retenční nádrž Plasticbox

o objemu  $6 \text{ m}^3$ .

**Rozměry:**

Výška = 1,5 m

Venkovní průměr = 2,36 m

Vnitřní průměr = 2,28 m



**Obrázek B15:** Retenční nádrž Plasticbox [28]

## 5. Dimenzování vodovodního potrubí

Návrh je proveden podrobnou metodou dle ČSN 75 5455 – Výpočet vnitřních vodovodu.

### Hydraulické posouzení nejnepříznivěji položené výtokové armatury.

Nejmenší přetlak v místě napojení přípojky na vodovodní řád:

$$p_{\text{dis}} = 460 \text{ kPa}$$

Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před nejnepříznivější výtokovou armaturou:

$$p_{\text{minFl}} = 100 \text{ kPa}$$

Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před nejnepříznivější výtokovou armaturou požárního systému:

$$p_{\text{minFl}} = 200 \text{ kPa}$$

### Výpočtová schémata

Výpočtová schémata pro dimenzování vnitřního vodovodu jsou součástí přílohy.

## 5.1. Návrh vodoměrů

### 5.1.1. Hlavní domovní vodoměr

Návrh:

**Mokroběžný vodoměr Elster MNR**

Maximální průtok:  $Q_{max} = 7 \text{ m}^3/\text{h}$

Minimální průtok:  $Q_{min} = 18 \text{ l/h} = 0,005 \text{ l/s}$

**Posouzení na minimální průtok:**

$Q_D = 0,15 \text{ l/s} = 540 \text{ l/h}$  (nádržka WC)

$Q_{min} < Q_D$

$18 \text{ l/h} < 540 \text{ l/h}$

**VYHOVUJE**

**Posouzení na maximální průtok:**

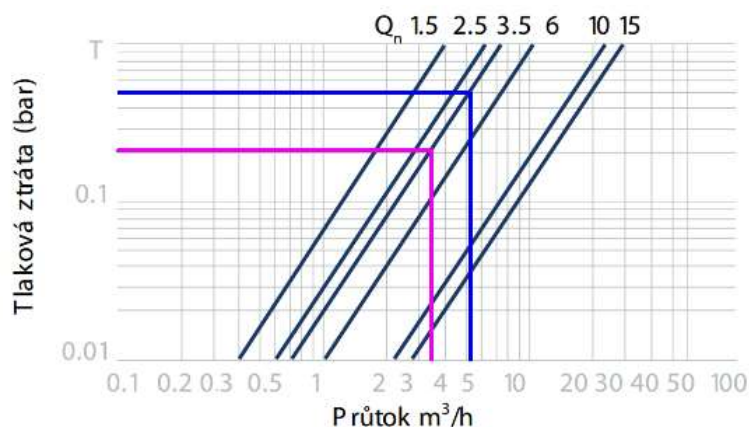
$Q_D = 1,24 \text{ l/s} = 4,46 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1,15 = 5,13 \text{ m}^3/\text{h}$

$1,15 \cdot Q_D < Q_{max}$

$5,13 \text{ m}^3/\text{h} < 7 \text{ m}^3/\text{h}$

**VYHOVUJE**

**Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa]:**



**Graf B3:** Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa]

Studená voda: —————

Průtok:  $Q_{max} = 5,13 \text{ m}^3/\text{h}$

Tlaková ztráta:  $\Delta p_{WM} = 0,68 \text{ bar} = 68 \text{ kPa}$

Požární voda: —————

Průtok:  $Q_{max} = 3,74 \text{ m}^3/\text{h}$

Tlaková ztráta:  $\Delta p_{WM} = 0,32 \text{ bar} = 32 \text{ kPa}$

### 5.1.2. Bytové vodoměry

Návrh:

Vodoměr Elster MNR

Maximální průtok:

$$Q_{max} = 3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Minimální průtok:

$$Q_{min} = 10 \text{ l/h} = 0,0027 \text{ l/s}$$

Posouzení na minimální průtok:

$$Q_D = 0,15 \text{ l/s} = 540 \text{ l/h (nádržka WC)}$$

$$Q_{min} < Q_D$$

$$10 \text{ l/h} < 540 \text{ l/h}$$

**VYHOVUJE**

Posouzení na maximální průtok:

Byty

$$Q_D = 0,5 \text{ l/s} = 1,8 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1,15 = 2,07 \text{ m}^3/\text{h}$$

Kavárna

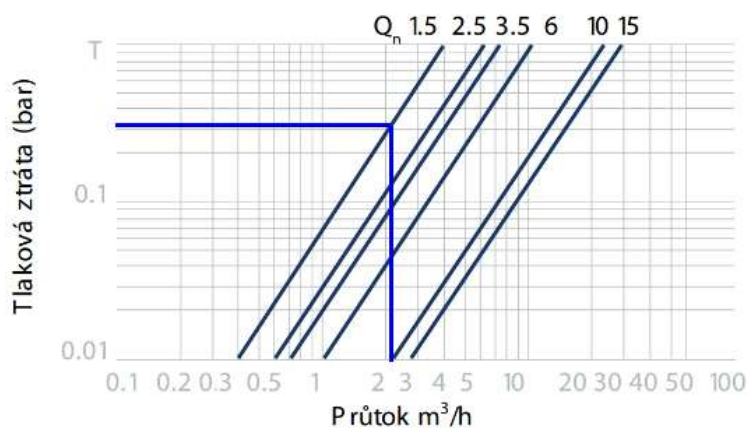
$$Q_D = 0,48 \text{ l/s} = 1,73 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1,15 = 1,99 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$1,15 \cdot Q_D < Q_{max}$$

$$2,07 \text{ m}^3/\text{h} < 3 \text{ m}^3/\text{h}$$

**VYHOVUJE**

Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa]:



**Graf B4:** Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa]

Studená voda: —————

Průtok:

$$Q_{max} = 2,07 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tlaková ztráta:

$$\Delta p_{WM} = 0,47 \text{ bar} = 47 \text{ kPa}$$

### Návrh:

#### Vodoměr Elster MNR

Maximální průtok:

$$Q_{max} = 3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Minimální průtok:

$$Q_{min} = 10 \text{ l/h} = 0,0027 \text{ l/s}$$

#### Posouzení na minimální průtok:

$$Q_D = 0,15 \text{ l/s} = 540 \text{ l/h (nádržka WC)}$$

$$Q_{min} < Q_D$$

$$10 \text{ l/h} < 540 \text{ l/h}$$

**VYHOVUJE**

#### Posouzení na maximální průtok:

Byty

$$Q_D = 0,41 \text{ l/s} = 1,5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1,15 = 1,73 \text{ m}^3/\text{h}$$

Kavárna

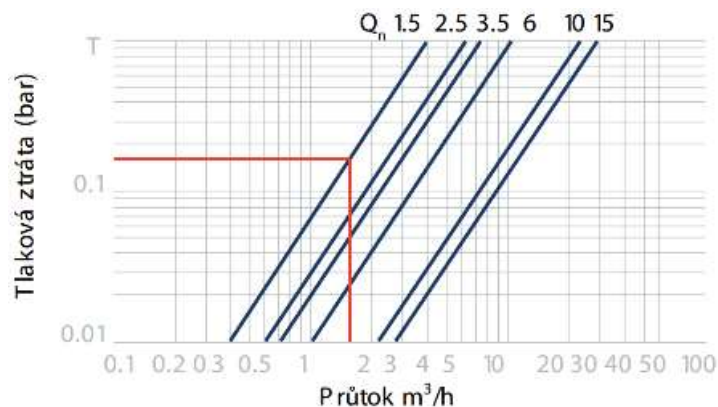
$$Q_D = 0,35 \text{ l/s} = 1,26 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1,15 = 1,45 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$1,15 \cdot Q_D < Q_{max}$$

$$1,73 \text{ m}^3/\text{h} < 3 \text{ m}^3/\text{h}$$

**VYHOVUJE**

#### Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa]:



**Graf B5:** Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa]

Studená voda: —————

Průtok:

$$Q_{max} = 2,07 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tlaková ztráta:

$$\Delta p_{WM} = 0,47 \text{ bar} = 47 \text{ kPa}$$



## 5.2. Dimenzování potrubí studené vody

Použité vztahy:

Stanovení výpočtového průtoku v přívodním potrubí  $Q_D$  [l/s]:

$$Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Q_{Ai}^2 \cdot n_i)}$$

kde  $Q_A$  – jmenovitý výtok jednotlivými druhy výtokových armatur a zařízení [l/s]:

$n$  – počet výtokových armatur stejného druhu

Tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušném úseku potrubí  $\Delta p_r$  [kPa]:

$$\Delta p_r = \frac{\rho \cdot v^2}{2000} \cdot \sum \xi$$

kde  $\rho$  – hustota vody [kg/m<sup>3</sup>],  $\rho = 999$  kg/m<sup>3</sup>

$\sum \xi$  – součet součinitelů místního odporu

$v$  – průtočná rychlost v potrubí [m/s]

Tlaková ztráta v potrubí  $\Delta p_{RF}$  [kPa]:

$$\Delta p_{RF} = \sum (l \cdot R + \Delta p_r)$$

Kde  $L$  – délka příslušného úseku potrubí [m]

$R$  – délková tlaková ztráta třením v příslušném úseku potrubí [kPa/m]

$\Delta p_r$  – tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušném úseku potrubí [kPa]

Tabulka B17: Dimenzování studené vody největšího okruhu

| ÚSEK             | JMENOVITÝ VÝTOK Q <sub>A</sub> [l/s] |     |     |     |     |     |     |     |      |                         |         |        |         |                                  |            |          |                  |                |            |                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------------------------|---------|--------|---------|----------------------------------|------------|----------|------------------|----------------|------------|--------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                  | WC                                   | U   | UM  | VS  | VA  | PV  | DJ  | AP  | MN   | Q <sub>0</sub><br>[l/s] |         |        |         | d <sub>A</sub> · s<br>[mm]<br>DN | V<br>[m/s] | I<br>[m] | R<br>[kPa/<br>m] | I . R<br>[kPa] | Σ ξ<br>[-] | Δp <sub>r</sub><br>[kPa]<br>a] | I . R<br>+<br>Δp <sub>r</sub><br>[kPa] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                  |                                      |     |     |     |     |     |     |     |      |                         |         |        |         |                                  |            |          |                  |                |            |                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                  |                                      |     |     |     |     |     |     |     |      |                         |         |        |         |                                  |            |          |                  |                |            |                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0,15             | 0,2                                  | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,15 | CELKEM                  | PRIBYVA | CELKEM | PRIBYVA | CELKEM                           | PRIBYVA    | CELKEM   | PRIBYVA          | CELKEM         | PRIBYVA    | CELKEM                         | PRIBYVA                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BYT č. 4 - 3. NP | 1                                    | 2   |     |     |     |     |     |     |      |                         |         |        |         |                                  |            |          |                  |                |            |                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Tabulka B18:** Dimenzování studené vody byt č. 2

| ÚSEK             | JMENOVITÝ VÝTOK $Q_a$ [l/s] |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |         | $Q_0$<br>[l/s] | $d_a \cdot s$<br>[mm]<br>DN | V<br>[M/s] | I<br>[m] | R<br>[kPa/m] | I · R<br>[kPa] |        |         |        |         |        |         |        |         |        |         |        |         |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
|------------------|-----------------------------|----|---|----|----|----|----|----|----|----|--|---------|----------------|-----------------------------|------------|----------|--------------|----------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|
|                  |                             | WC | U | UM | VS | VA | PV | DJ | AP | MN |  |         |                |                             |            |          |              |                |        |         |        |         |        |         |        |         |        |         |        |         |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
|                  |                             |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  | PRIBYVA |                |                             |            |          |              |                | CELKEM | PRIBYVA | CELKEM | PRIBYVA | CELKEM | PRIBYVA | CELKEM |         |        |         |        |         |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
|                  |                             |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |         |                |                             |            |          |              |                |        |         |        |         |        |         |        | PRIBYVA | CELKEM | PRIBYVA | CELKEM | PRIBYVA | CELKEM |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |
| BYT Č. 2 - 2. NP |                             |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |         | 0,15           |                             |            |          |              |                |        |         |        |         |        |         |        |         |        |         |        |         |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | </ |

**Tabulka B19:** Dimenzování studené vody byt č. 5

| ÚSEK |  | JMENOVITÝ VÝTOK Q <sub>a</sub> [l/s] |         |        |         |        |         |        |         |        |         |        |         | Q <sub>0</sub><br>[l/s] | d <sub>A</sub> · s<br>[mm]<br>DN | V<br>[M/s] | I<br>[m] | R<br>[kPa/m] | I · R<br>[kPa] |     |     |      |      |    |  |
|------|--|--------------------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|-------------------------|----------------------------------|------------|----------|--------------|----------------|-----|-----|------|------|----|--|
|      |  | WC                                   |         | U      |         | UM     |         | VS     |         | VA     |         | PV     |         |                         |                                  |            |          |              |                | DJ  |     | AP   |      | MN |  |
|      |  |                                      |         |        |         |        |         |        |         |        |         |        |         |                         |                                  |            |          |              |                |     |     |      |      |    |  |
|      |  |                                      |         |        |         |        |         |        |         |        |         |        |         |                         |                                  |            |          |              |                |     |     |      |      |    |  |
|      |  | CELKEM                               | PŘIBÝVA | CELKEM | PŘIBÝVA | CELKEM | PŘIBÝVA | CELKEM | PŘIBÝVA | CELKEM | PŘIBÝVA | CELKEM | PŘIBÝVA | CELKEM                  | PŘIBÝVA                          | CELKEM     | PŘIBÝVA  | CELKEM       | PŘIBÝVA        |     |     |      |      |    |  |
| ODDO |  | 0,15                                 | 0,2     | 0,2    | 0,2     | 0,2    | 0,2     | 0,2    | 0,2     | 0,2    | 0,2     | 0,2    | 0,2     | 0,2                     | 0,2                              | 0,2        | 0,2      | 0,15         | CELKEM         |     |     |      |      |    |  |
|      |  | 1                                    | 2       |        | 1       | 1      |         |        |         |        |         |        |         |                         |                                  |            |          | 0,20         | 20 × 3,4       | 1,5 | 0,4 | 2,41 | 0,95 |    |  |
|      |  | 2                                    | 3       |        | 1       |        |         |        |         |        |         |        | 1       | 1                       |                                  |            |          | 0,28         | 25 × 4,2       | 1,4 | 0,8 | 1,65 | 1,25 |    |  |
|      |  | 3                                    | 4       |        | 1       |        |         |        |         |        | 1       | 1      |         |                         |                                  |            |          | 0,41         | 25 × 4,2       | 1,8 | 0,2 | 2,76 | 0,65 |    |  |
|      |  | 4                                    | 5       |        | 1       |        |         |        |         |        | 1       | 1      |         |                         |                                  |            | 1        | 0,44         | 25 × 4,2       | 2,3 | 0,4 | 4,13 | 1,53 |    |  |
|      |  | 6                                    | 5       |        |         |        |         |        |         |        |         |        |         |                         | 1                                | 1          |          | 0,20         | 20 × 3,4       | 1,5 | 1,7 | 2,41 | 4,21 |    |  |
|      |  | 5                                    | 7       |        |         |        |         | 1      |         |        |         |        |         | 1                       | 1                                |            | 1        | 0,48         | 25 × 4,2       | 2,3 | 1   | 4,13 | 4,25 |    |  |
|      |  | 7                                    | 8a      | 1      | 1       |        |         | 1      |         |        |         |        |         | 1                       | 1                                |            | 1        | 0,50         | 25 × 4,2       | 2,3 | 1,1 | 4,13 | 4,34 |    |  |
|      |  | 8a                                   | 8b      |        | 1       |        |         | 1      |         |        |         |        |         | 1                       | 1                                |            | 1        | 0,50         | 32 × 5,4       | 1,4 | 3   | 1,26 | 3,78 |    |  |

**Tabulka B20:** Dimenzování studené vody byt č. 3

| ÚSEK             | JMENOVITÝ VÝTOK Q <sub>a</sub> [l/s] |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Q <sub>0</sub><br>[l/s] | d <sub>a</sub> · s<br>[mm]<br>DN | V<br>[M/s] | I<br>[m] | R<br>[kPa/m] | I · R<br>[kPa] |          |     |      |      |      |          |
|------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|----------------------------------|------------|----------|--------------|----------------|----------|-----|------|------|------|----------|
|                  | WC                                   |     | U   |     | UM  |     | VS  |     | VA  |     | PV  |     |                         |                                  |            |          |              |                | DJ       |     | AP   |      | MN   |          |
|                  | 0,15                                 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |                         |                                  |            |          |              |                | 0,2      | 0,2 | 0,2  | 0,2  | 0,15 |          |
|                  |                                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                         |                                  |            |          |              |                |          |     |      |      |      | PRI BYVA |
| OD DO            |                                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                         |                                  |            |          |              |                |          |     |      |      |      |          |
| BYT Č. 3 - 2. NP | 1                                    | 2   |     | 1   | 1   |     |     |     |     |     |     |     |                         |                                  |            |          |              | 0,20           | 20 × 3,4 | 1,5 | 0,4  | 2,41 | 0,95 |          |
|                  | 2                                    | 3   |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |                         | 1                                | 1          |          |              | 0,28           | 25 × 4,2 | 1,4 | 0,8  | 1,65 | 1,25 |          |
|                  | 3                                    | 4   |     | 1   |     |     |     |     |     |     | 1   | 1   |                         |                                  | 1          |          |              | 0,41           | 25 × 4,2 | 1,8 | 0,2  | 2,76 | 0,65 |          |
|                  | 4                                    | 5   |     | 1   |     |     |     |     |     |     | 1   |     |                         |                                  | 1          |          | 1            | 0,44           | 25 × 4,2 | 2,3 | 0,4  | 4,13 | 1,53 |          |
|                  | 6                                    | 5   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                         |                                  |            | 1        | 1            | 0,20           | 20 × 3,4 | 1,5 | 1,7  | 2,41 | 4,21 |          |
|                  | 5                                    | 7   |     |     |     | 1   |     |     |     |     | 1   | 1   |                         | 1                                |            | 1        | 1            | 0,48           | 25 × 4,2 | 2,3 | 1    | 4,13 | 4,25 |          |
|                  | 7                                    | 8b  | 1   | 1   |     | 1   |     |     |     |     | 1   | 1   |                         | 1                                |            | 1        | 1            | 0,50           | 25 × 4,2 | 2,3 | 1,1  | 4,13 | 4,34 |          |
| 8b               | 9                                    | 2   |     |     | 2   |     |     |     |     | 2   |     |     |                         | 2                                |            | 2        | 0,71         | 40 × 6,7       | 1,3      | 2,2 | 0,77 | 1,69 |      |          |

**Tabulka B21:** Dimenzování studené vody byt č. 1

| ÚSEK             | JMENOVITÝ VÝTOK Q <sub>a</sub> [l/s] |                   |                   |    |    |                   |                   |    |    |    |                   |                   |   |      | Q <sub>0</sub><br>[l/s] | d <sub>a</sub> · s<br>[mm]<br>DN | V<br>[M/s] | I<br>[m] | R<br>[kPa/m] | I · R<br>[kPa] |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|----|----|-------------------|-------------------|----|----|----|-------------------|-------------------|---|------|-------------------------|----------------------------------|------------|----------|--------------|----------------|
|                  | WC<br>0,15                           | U                 |                   | UM | VS | VA                |                   | PV | DJ | AP | MN                |                   |   |      |                         |                                  |            |          |              |                |
|                  |                                      | PŘIBÝVA<br>CELKEM | PŘIBÝVA<br>CELKEM |    |    | PŘIBÝVA<br>CELKEM | PŘIBÝVA<br>CELKEM |    |    |    | PŘIBÝVA<br>CELKEM | PŘIBÝVA<br>CELKEM |   |      |                         |                                  |            |          |              |                |
|                  |                                      |                   |                   |    |    |                   |                   |    |    |    |                   |                   |   |      |                         |                                  |            |          |              |                |
| BYT Č. 1 - 1. NP | 1 2                                  |                   |                   |    |    |                   |                   |    |    | 1  | 1                 | 1                 | 1 | 0,25 | 25 × 4,2                | 1,4                              | 0,8        | 1,65     | 1,29         |                |
|                  | 2 3                                  |                   |                   |    |    |                   |                   |    | 1  | 1  | 1                 | 1                 | 1 | 0,32 | 25 × 4,2                | 1,4                              | 0,1        | 1,65     | 0,21         |                |
|                  | 3 4                                  |                   |                   |    |    |                   |                   |    | 1  | 1  | 1                 | 1                 | 1 | 0,38 | 25 × 4,2                | 1,8                              | 4,4        | 2,76     | 12,01        |                |
|                  | 4 5                                  | 1                 | 1                 | 1  |    |                   |                   |    | 1  | 1  | 1                 | 1                 | 1 | 0,41 | 25 × 4,2                | 1,8                              | 0,4        | 2,76     | 1,08         |                |
|                  | 5 6                                  |                   | 1                 | 1  |    |                   |                   |    | 1  | 1  | 1                 | 1                 | 1 | 0,50 | 25 × 4,2                | 2,3                              | 0,7        | 4,13     | 2,68         |                |
|                  | 6 7                                  | 1                 | 1                 | 1  |    |                   | 1                 | 1  |    | 1  | 1                 | 1                 | 1 | 0,50 | 32 × 5,4                | 2,3                              | 2,2        | 4,13     | 9,09         |                |
|                  | 8 10                                 |                   |                   |    |    |                   |                   |    |    |    |                   |                   |   | 0,20 | 20 × 3,4                | 1,5                              | 0,8        | 2,41     | 2,04         |                |
|                  | 9 10                                 |                   | 1                 | 1  |    |                   |                   |    |    |    |                   |                   |   | 0,20 | 20 × 3,4                | 1,5                              | 0,7        | 2,41     | 1,69         |                |
|                  | 10 7                                 |                   |                   | 1  |    |                   |                   |    |    |    |                   |                   |   | 0,28 | 25 × 4,2                | 1,4                              | 2,1        | 1,65     | 3,43         |                |
|                  | 7 11                                 | 1                 |                   | 2  |    |                   |                   |    |    | 1  | 1                 | 1                 | 1 | 0,58 | 32 × 5,4                | 1,7                              | 2,7        | 1,75     | 4,64         |                |



**Tabulka B22:** Dimenzování studené vody kávárny

| ÚSEK            | JMENOVITÝ VÝTOK $Q_a$ [l/s] |         |        |   |    |    |         |        |    |    |    |    |         |        | $Q_0$<br>[l/s] | $d_a \cdot s$<br>[mm]<br>DN | V<br>[M/s] | I<br>[m] | R<br>[kPa/m] | I · R<br>[kPa] |
|-----------------|-----------------------------|---------|--------|---|----|----|---------|--------|----|----|----|----|---------|--------|----------------|-----------------------------|------------|----------|--------------|----------------|
|                 | ODDO                        | WC      |        | U | UM | VS | VA      |        | PV | DJ | AP | MN |         |        |                |                             |            |          |              |                |
|                 |                             | PŘIBÝVA | CELKEM |   |    |    | PŘIBÝVA | CELKEM |    |    |    |    |         |        |                |                             |            |          |              |                |
|                 |                             |         |        |   |    |    |         |        |    |    |    |    | PŘIBÝVA | CELKEM |                |                             |            |          |              |                |
| KAVARNA - 1. NP | 1 3                         |         | 1      | 1 | 1  |    |         |        |    |    |    |    |         | 0,28   | 25 x 4,2       | 1,4                         | 2,8        | 1,65     | 4,54         |                |
|                 | 2 3                         | 1       | 1      |   |    |    |         |        |    |    |    |    |         | 0,15   | 20 x 3,4       | 1,5                         | 0,6        | 2,41     | 1,45         |                |
|                 | 3 4                         |         | 1      | 1 | 1  |    |         |        |    |    |    |    |         | 0,32   | 25 x 4,2       | 1,4                         | 1          | 1,65     | 1,69         |                |
|                 | 4 5                         | 1       | 2      | 1 | 1  |    |         |        |    |    |    |    |         | 0,35   | 25 x 4,2       | 1,8                         | 0,4        | 2,76     | 1,13         |                |
|                 | 6 7                         |         |        |   |    |    |         |        |    | 1  | 1  |    |         | 0,20   | 20 x 3,4       | 1,5                         | 0,5        | 2,41     | 1,16         |                |
|                 | 7 9                         | 1       | 1      |   |    |    |         |        |    |    | 1  |    |         | 0,25   | 25 x 4,2       | 1,4                         | 0,3        | 1,65     | 0,41         |                |
|                 | 8 9                         |         |        |   | 1  | 1  |         |        |    |    |    |    |         | 0,20   | 20 x 3,4       | 1,5                         | 1,6        | 2,41     | 3,80         |                |
|                 | 9 5                         |         | 1      |   |    |    |         |        |    |    | 1  |    |         | 0,32   | 25 x 4,2       | 1,4                         | 7,3        | 1,65     | 12,01        |                |
|                 | 5 10                        |         | 3      | 1 | 1  | 2  |         |        |    |    |    |    |         | 0,48   | 25 x 4,2       | 2,3                         | 0,7        | 4,13     | 2,81         |                |

KAVÁRNA - 1. NP

**Hydraulické posouzení navrženého přívodního potrubí -> ověření nerovnosti:**

$$p_{dis} \geq p_{minFl} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{WM} + \sum \Delta p_{AP} + \Delta p_{RF}$$

kde  $p_{dis}$  – dispoziční přetlak na začátku posuzovaného potrubí [kPa]

$p_{minFl}$  – minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před výtokovou armaturou na konci posuzovaného potrubí [kPa], obvykle 100 kPa,

$\Delta p_e$  – tlaková ztráta způsobená výškovým rozdílem mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce posuzovaného potrubí [kPa]

$\sum \Delta p_{WM}$  – součet tlakových ztrát vodoměrů [kPa]

$\sum \Delta p_{AP}$  – součet tlakových ztrát napojených zařízení [kPa]

$\Delta p_{RF}$  – tlakové ztráty vlivem tření a místních odporů v posuzovaném potrubí [kPa]

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000}$$

kde  $h$  – rozdíl výškových úrovní [m]

$\rho$  – hustota vody [kg/m<sup>3</sup>]

$g$  – tíhové zrychlení [m/m<sup>2</sup>]

$$460 \geq 100 + 94 + (68 + 47) + 0 + 98,31$$

**VYHOVUJE**



### 5.3. Dimenzování potrubí teplé vody

Použité vztahy:

Stanovení výpočtového průtoku v přívodním potrubí  $Q_D$  [l/s]:

$$Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Q_{Ai}^2 \cdot n_i)}$$

kde  $Q_A$  – jmenovitý výtok jednotlivými druhy výtokových armatur a zařízení [l/s]:

$n$  – počet výtokových armatur stejného druhu

Tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušném úseku potrubí  $\Delta p_r$  [kPa]:

$$\Delta p_r = \frac{\rho \cdot v^2}{2000} \cdot \sum \xi$$

kde  $\rho$  – hustota vody [kg/m<sup>3</sup>],  $\rho = 999$  kg/m<sup>3</sup>

$\sum \xi$  – součet součinitelů místního odporu

$v$  – průtočná rychlost v potrubí [m/s]

Tlaková ztráta v potrubí  $\Delta p_{RF}$  [kPa]:

$$\Delta p_{RF} = \sum (l \cdot R + \Delta p_r)$$

Kde  $L$  – délka příslušného úseku potrubí [m]

$R$  – délková tlaková ztráta třením v příslušném úseku potrubí [kPa/m]

$\Delta p_r$  – tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušném úseku potrubí [kPa]

**Tabulka B23:** Dimenzování teplé vody největšího okruhu

| ÚSEK | JMENOVITÝ VÝTOK $Q_A$ [l/s] |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     | $d_A \cdot s$<br>[mm]<br>DN | V<br>[M/s] | I<br>[m] | R<br>[kPa/m] | I · R<br>[kPa] | $\Sigma \xi$<br>[-] | $\Delta p_r$<br>[kPa] | I · R +<br>$\Delta p_r$<br>[kPa] |     |     |     |     |      |
|------|-----------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|------|-----|-----|-----------------------------|------------|----------|--------------|----------------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
|      | WC                          | U | UM | VS | VA | PV | DJ | AP | MN |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    | 0,15 | 0,2 | 0,2 |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,15 |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |
|      |                             |   |    |    |    |    |    |    |    |      |     |     |                             |            |          |              |                |                     |                       |                                  |     |     |     |     |      |

Tabulka B24: Dimenzování teplé vody bytu č. 2 a č. 5

| ÚSEK              | JMENOVITÝ VÝTOK Q <sub>A</sub> [l/s] |   |    |    |    |    |    |    |    |  |  |      |          |     | Q <sub>0</sub><br>[l/s] | d <sub>A</sub> · s<br>[mm]<br>DN | V<br>[M/s] | I<br>[m] | R<br>[kPa/m] | I · R<br>[kPa] |
|-------------------|--------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|--|--|------|----------|-----|-------------------------|----------------------------------|------------|----------|--------------|----------------|
|                   | WC                                   | U | UM | VS | VA | PV | DJ | AP | MN |  |  |      |          |     |                         |                                  |            |          |              |                |
|                   |                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |  |      |          |     |                         |                                  |            |          |              |                |
|                   |                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |  |      |          |     |                         |                                  |            |          |              |                |
| BYT Č. 2<br>2. NP | 1                                    | 2 | 1  | 1  |    |    |    |    |    |  |  | 0,20 | 20 x 3,4 | 1,5 | 0,33                    | 2,41                             | 0,78       |          |              |                |
|                   | 2                                    | 4 | 1  |    |    |    |    | 1  | 1  |  |  | 0,28 | 25 x 4,2 | 1,4 | 3,44                    | 1,65                             | 5,68       |          |              |                |
|                   | 3                                    | 4 |    |    |    | 1  | 1  |    |    |  |  | 0,30 | 25 x 4,2 | 1,4 | 1,03                    | 1,65                             | 1,70       |          |              |                |
|                   | 4                                    | 5 | 1  |    |    | 1  |    | 1  |    |  |  | 0,41 | 25 x 4,2 | 1,8 | 0,65                    | 2,76                             | 1,79       |          |              |                |

| ÚSEK              | JMENOVITÝ VÝTOK Q <sub>A</sub> [l/s] |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |      |          |     | Q <sub>0</sub><br>[l/s] | d <sub>A</sub> · s<br>[mm]<br>DN | V<br>[M/s] | I<br>[m] | R<br>[kPa/m] | I · R<br>[kPa] |
|-------------------|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|------|----------|-----|-------------------------|----------------------------------|------------|----------|--------------|----------------|
|                   | WC                                   | U  | UM | VS | VA | PV | DJ | AP | MN |  |  |      |          |     |                         |                                  |            |          |              |                |
|                   |                                      |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |      |          |     |                         |                                  |            |          |              |                |
|                   |                                      |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |      |          |     |                         |                                  |            |          |              |                |
| BYT Č. 5<br>3. NP | 1                                    | 2  | 1  | 1  |    |    |    |    |    |  |  | 0,20 | 20 x 3,4 | 1,5 | 0,65                    | 2,41                             | 1,55       |          |              |                |
|                   | 2                                    | 3  | 1  |    |    |    |    | 1  | 1  |  |  | 0,28 | 25 x 4,2 | 1,4 | 0,55                    | 1,65                             | 0,91       |          |              |                |
|                   | 3                                    | 4a | 1  |    |    | 1  | 1  |    | 1  |  |  | 0,41 | 25 x 4,2 | 1,8 | 2,67                    | 2,76                             | 7,37       |          |              |                |
|                   | 4a                                   | 4b | 1  |    |    | 1  |    | 1  |    |  |  | 0,41 | 32 x 5,4 | 1,1 | 3                       | 2,76                             | 8,28       |          |              |                |



**Tabulka B26:** Dimenzování teplé vody bytu č. 1

| ÚSEK             | JMENOVITÝ VÝTOK $Q_A$ [l/s] |   |    |    |    |    |    |    |      |     |     |     | $Q_0$<br>[l/s] | $d_A \cdot s$<br>[mm]<br>DN | V<br>[M/s] | I<br>[m] | R<br>[kPa/m] | I · R<br>[kPa] |      |
|------------------|-----------------------------|---|----|----|----|----|----|----|------|-----|-----|-----|----------------|-----------------------------|------------|----------|--------------|----------------|------|
|                  | WC                          | U | UM | VS | VA | PV | DJ | AP | MN   |     |     |     |                |                             |            |          |              |                |      |
|                  |                             |   |    |    |    |    |    |    | 0,15 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |                |                             |            |          |              |                | 0,15 |
|                  |                             |   |    |    |    |    |    |    |      |     |     |     |                |                             |            |          |              |                |      |
| BYT č.1<br>1. NP | 1                           | 2 |    |    |    |    |    | 1  | 1    |     |     |     | 0,20           | 20 x 3,4                    | 1,5        | 0,62     | 2,41         | 1,49           |      |
|                  | 2                           | 3 |    |    |    |    |    |    | 1    |     |     |     | 0,28           | 25 x 4,2                    | 1,4        | 4,5      | 1,65         | 7,42           |      |
|                  | 4                           | 3 |    |    |    |    |    |    |      |     |     |     | 0,30           | 25 x 4,2                    | 1,4        | 1,1      | 1,65         | 1,82           |      |
|                  | 3                           | 5 |    |    |    |    |    | 1  |      |     |     |     | 0,41           | 25 x 4,2                    | 1,8        | 0,6      | 2,76         | 1,66           |      |
|                  |                             |   |    |    |    |    |    |    |      |     |     |     |                |                             |            |          |              |                |      |
| 5                | 6a                          |   | 1  |    |    |    |    |    |      |     |     | 1   | 0,41           | 32 x 5,4                    | 1,1        | 2,2      | 0,85         | 1,87           |      |
| 7                | 6b                          |   |    |    | 1  | 1  |    |    |      |     |     |     | 0,20           | 20 x 3,4                    | 1,5        | 0,69     | 2,41         | 1,66           |      |
| 8                | 6b                          |   | 1  | 1  |    |    |    |    |      |     |     |     | 0,20           | 20 x 3,4                    | 1,5        | 0,5      | 2,41         | 1,21           |      |
| 6b               | 6a                          |   | 1  |    |    | 1  |    |    |      |     |     |     | 0,28           | 25 x 4,2                    | 1,4        | 2,12     | 1,65         | 3,50           |      |
| 6a               | 9                           |   | 2  |    |    | 1  | 1  |    |      |     |     | 1   | 0,50           | 32 x 5,4                    | 1,4        | 2,8      | 1,26         | 3,53           |      |

**Hydraulické posouzení navrženého potrubí -> ověření nerovnosti:**

$$p_{dis} \geq p_{minFl} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{WM} + \sum \Delta p_{AP} + \Delta p_{RF}$$

kde  $p_{dis}$  – dispoziční přetlak na začátku posuzovaného potrubí [kPa]

$p_{minFl}$  – minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před výtokovou armaturou na konci posuzovaného potrubí [kPa], obvykle 100 kPa,

$\Delta p_e$  – tlaková ztráta způsobená výškovým rozdílem mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce posuzovaného potrubí [kPa]

$\sum \Delta p_{WM}$  – součet tlakových ztrát vodoměrů [kPa]

$\sum \Delta p_{AP}$  – součet tlakových ztrát napojených zařízení [kPa]

$\Delta p_{RF}$  – tlakové ztráty vlivem tření a místních odporů v posuzovaném potrubí [kPa]

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000}$$

kde  $h$  – rozdíl výškových úrovní [m]

$\rho$  – hustota vody [kg/m<sup>3</sup>]

$g$  – tíhové zrychlení [m/m<sup>2</sup>]

$$460 \geq 100 + 94 + (68 + 47) + 0 + 58,89$$

**VYHOVUJE**

## 5.4. Dimenzování potrubí požární vody

Použité vztahy:

Stanovení výpočtového průtoku v přívodním potrubí [l/s]

1 stoupací potrubí, 2 hadicové systémy

Hadicový systém DN 19,  $Q_A = 0,52 \text{ l/s}$

→ 2 hadicové systémy -  $Q_D = 1,04 \text{ l/s}$

**Tabulka B27:** Dimenzování potrubí požární vody

| ÚSEK |    | JMENOVITÝ VÝTOK $Q_A$ [l/s] |        | $Q_D$<br>[l/s] | $d_A \cdot s$<br>[mm]<br>DN | $V$<br>[m/s] | $l$<br>[m] | $R$<br>[kPa/m] | $l \cdot R$<br>[kPa] | $\sum \xi [-]$ | $\Delta p_r$<br>[kPa] | $l \cdot R + \Delta p_r$<br>[kPa] |
|------|----|-----------------------------|--------|----------------|-----------------------------|--------------|------------|----------------|----------------------|----------------|-----------------------|-----------------------------------|
| OD   | DO | Pož. hydrant                |        |                |                             |              |            |                |                      |                |                       |                                   |
|      |    | 0,52                        |        |                |                             |              |            |                |                      |                |                       |                                   |
|      |    | PŘIBÝVÁ                     | CELKEM |                |                             |              |            |                |                      |                |                       |                                   |
| a    | b  | 1                           | 1      | 0,52           | 20                          | 0,9          | 6,2        | 1,18           | 7,32                 | 1,6            | 0,65                  | 4,00                              |
| b    | c  | 1                           | 2      | 1,04           | 32                          | 1            | 12,96      | 1,03           | 13,35                | 17,8           | 8,9                   | 4,37                              |
| c    | d  |                             | 2      | 1,04           | 32                          | 1            | 0,65       | 1,03           | 0,67                 | 1,6            | 0,8                   | 1,08                              |
| d    | e  |                             | 2      | 1,04           | 32                          | 1            | 18,84      | 1,03           | 19,41                | 13,1           | 6,55                  | 15,16                             |
|      |    |                             |        |                |                             |              |            |                |                      |                | $\sum$                | 24,62                             |

Hydraulické posouzení navrženého přívodního potrubí -> ověření nerovnosti:

$$p_{dis} \geq p_{minFl} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{WM} + \sum \Delta p_{AP} + \Delta p_{RF}$$

kde  $p_{dis}$  – dispoziční přetlak na začátku posuzovaného potrubí [kPa]

$p_{minFl}$  – minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před výtokovou armaturou na konci posuzovaného potrubí [kPa], obvykle 100 kPa,

$\Delta p_e$  – tlaková ztráta způsobená výškovým rozdílem mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce posuzovaného potrubí [kPa]

$\sum \Delta p_{WM}$  – součet tlakových ztrát vodoměrů [kPa]

$\sum \Delta p_{AP}$  – součet tlakových ztrát napojených zařízení [kPa]

$\Delta p_{RF}$  – tlakové ztráty vlivem tření a místních odporů v posuzovaném potrubí [kPa]

$$p_{dis} \geq 200 + 89,04 + 68 + 0 + 24,62 \quad \text{VYHOVUJE}$$

### 5.5. Dimenzování potrubí cirkulační vody

**Výpočtový průtok cirkulace teplé vody  $Q_c$  v místě cirkulačního čerpadla  $[l/s]$ :**

$$Q_c = \frac{\sum q_i}{c \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{\sum q_i}{4127 \cdot \Delta t}$$

kde  $q_i$  – tepelná ztráta úseku přívodního potrubí  $[l/s]$

$c$  – měrná tepelná kapacita teplé vody  $[J/(kg \cdot K)]$

$\Delta t$  – rozdíl teplot vody mezi výstupem přívodního potrubí teplé vody z ohřívače a jeho spojením s cirkulačním potrubím

$\rho$  – hustota teplé vody v přívodním potrubí  $[kg/m^3]$

**Výpočtový průtok cirkulace teplé vody u rozvodů s více cirkulačními okruhy  $Q$   $[l/s]$ :**

$$Q_a = Q_c \cdot \frac{q_a}{q_a + q_b}$$

$$Q_b = Q_c - Q_a$$

kde  $q_a, q_b$  – tepelné ztráty jednotlivých úseků přívodního potrubí  $[W]$

$Q_a, Q_b$  – výpočtové průtoky cirkulace teplé vody v jednotlivých úsecích

přívodního a jemu odpovídajícího cirkulačního potrubí  $[l/s]$  vzniklé rozdělením

výpočtového průtoku cirkulace teplé vody  $Q$  z předchozího úseku potrubí

$Q_c$  – výpočtový průtok cirkulace teplé vody  $[l/s]$

**Tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušném úseku potrubí  $\Delta p_r [kPa]$ :**

$$\Delta p_r = \frac{\rho \cdot v^2}{2000} \cdot \sum \xi$$

kde  $\rho$  – hustota vody  $[kg/m^3]$ ,  $\rho = 999 \text{ kg}/m^3$

$\sum \xi$  – součet součinitelů místního odporu

$v$  – průtočná rychlost v potrubí  $[m/s]$

**Tlaková ztráta v potrubí  $\Delta p_{RF} [kPa]$ :**

$$\Delta p_{RF} = \sum (l \cdot R + \Delta p_r)$$

kde  $L$  – délka příslušného úseku potrubí  $[m]$

$R$  – délková tlaková ztráta třením v příslušném úseku potrubí  $[kPa/m]$

$\Delta p_r$  – tlaková ztráta vlivem místních odporů v příslušném úseku potrubí  $[kPa]$



**Tabulka B28: Dimenzování potrubí cirkulační vody**

|    | ÚSEK |    | $d_A \cdot s$<br>[mm] | $l$<br>[m] | $l$<br>+<br>přirážka<br>[m] | TI.<br>IZOLACE<br>[mm] | TEPELNÁ<br>ZTRÁTA |        | $Q_c$<br>[L/s] | $l$<br>[m] | $V$<br>[m/s] | $R$<br>[kPa/m] | $l \cdot R$<br>[kPa] |
|----|------|----|-----------------------|------------|-----------------------------|------------------------|-------------------|--------|----------------|------------|--------------|----------------|----------------------|
|    | OD   | DO |                       |            |                             |                        | [W/m]             | [W]    |                |            |              |                |                      |
| TV | 7    | 5  | 50 X 8,4              | 3,5        | 4,025                       | 20                     | 15,2              | 61,18  | 0,052          | 3,5        | 0,1          | 0,01           | 0,04                 |
|    | 5    | 3  | 40 X 6,7              | 5,04       | 5,796                       | 20                     | 10,2              | 59,12  | 0,045          | 5,04       | 0,1          | 0,01           | 0,05                 |
|    | 3    | 2  | 40 X 6,7              | 14,1       | 16,215                      | 20                     | 10,2              | 165,39 | 0,035          | 14,1       | 0,1          | 0,01           | 0,14                 |
|    | 2    | 1  | 32 X 5,4              | 3          | 3,45                        | 20                     | 8,9               | 30,71  | 0,035          | 3          | 0,1          | 0,01           | 0,03                 |
|    | 3    | 4  | 32 X 5,4              | 5,2        | 5,98                        | 20                     | 8,9               | 53,22  | 0,0096         | 5,2        | 0,1          | 0,01           | 0,05                 |
|    | 5    | 6  | 32 X 5,4              | 4,79       | 5,5085                      | 20                     | 10,1              | 55,64  | 0,0068         | 4,79       | 0,1          | 0,02           | 0,10                 |
|    |      |    |                       |            |                             |                        | $\Sigma$          | 425,26 |                |            |              |                |                      |

| V1 |   |      |          |                            |          |                           |                        |                   |        |                         |          |            |              |                |            |                          |                                     |
|----|---|------|----------|----------------------------|----------|---------------------------|------------------------|-------------------|--------|-------------------------|----------|------------|--------------|----------------|------------|--------------------------|-------------------------------------|
|    |   | ÚSEK |          | d <sub>A</sub> · s<br>[mm] | l<br>[m] | l<br>+<br>přirážka<br>[m] | TI.<br>IZOLACE<br>[mm] | TEPELNÁ<br>ZTRÁTA |        | Q <sub>c</sub><br>[L/s] | l<br>[m] | V<br>[m/s] | R<br>[kPa/m] | l · R<br>[kPa] | Σ ξ<br>[-] | Δp <sub>r</sub><br>[kPa] | l · R +<br>Δp <sub>r</sub><br>[kPa] |
|    |   | OD   | DO       |                            |          |                           |                        | [W/m]             | [W]    |                         |          |            |              |                |            |                          |                                     |
|    |   |      |          |                            |          |                           |                        |                   |        |                         |          |            |              |                |            |                          |                                     |
| TV | 7 | 5    | 50 X 8,4 | 3,5                        | 4,025    | 20                        | 15,2                   | 61,18             | 0,052  | 3,5                     | 0,1      | 0,01       | 0,04         | 5,9            | 0,030      | 0,06                     |                                     |
|    | 5 | 6    | 32 X 5,4 | 4,79                       | 5,5085   | 20                        | 10,1                   | 55,64             | 0,0068 | 4,79                    | 0,1      | 0,02       | 0,10         | 4              | 0,020      | 0,12                     |                                     |
| C  | 6 | 5    | 16 x 2,7 |                            |          | 20                        |                        |                   | 0,0068 | 4,79                    | 0,1      | 0,02       | 0,10         | 5              | 0,025      | 0,12                     |                                     |
|    | 5 | 7    | 20 x 3,4 |                            |          | 20                        |                        |                   | 0,052  | 3,5                     | 0,4      | 0,17       | 0,60         | 23             | 1,840      | 2,44                     |                                     |
|    |   |      |          |                            |          |                           |                        |                   |        |                         |          |            |              |                | Σ          | 2,74                     |                                     |

|    |   | V2   |          |                       |            |                             |                        |                   |        |                |            |              |                |                      |                   |                       |                                   |
|----|---|------|----------|-----------------------|------------|-----------------------------|------------------------|-------------------|--------|----------------|------------|--------------|----------------|----------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------------|
|    |   | ÚSEK |          | $d_A \cdot s$<br>[mm] | $l$<br>[m] | $l$<br>+<br>přirážka<br>[m] | TI.<br>IZOLACE<br>[mm] | TEPELNÁ<br>ZTRÁTA |        | $Q_c$<br>[L/s] | $l$<br>[m] | $V$<br>[m/s] | $R$<br>[kPa/m] | $l \cdot R$<br>[kPa] | $\sum \xi$<br>[-] | $\Delta p_r$<br>[kPa] | $l \cdot R + \Delta p_r$<br>[kPa] |
|    |   | OD   | DO       |                       |            |                             |                        | [W/m]             | [W]    |                |            |              |                |                      |                   |                       |                                   |
| TV | 7 | 5    | 50 X 8,4 | 3,5                   | 4,025      | 20                          | 15,2                   | 61,18             | 0,052  | 3,5            | 0,1        | 0,01         | 0,04           | 6,8                  | 0,034             | 0,07                  |                                   |
|    | 5 | 3    | 40 X 6,7 | 5,04                  | 5,796      | 20                          | 10,2                   | 59,12             | 0,045  | 5,04           | 0,1        | 0,01         | 0,05           | 5,2                  | 0,026             | 0,08                  |                                   |
|    | 3 | 4    | 32 X 5,4 | 5,2                   | 5,98       | 20                          | 8,9                    | 53,22             | 0,0096 | 5,2            | 0,1        | 0,01         | 0,05           | 3,1                  | 0,016             | 0,07                  |                                   |
| C  | 4 | 3    | 16 x 2,7 |                       |            | 20                          |                        |                   | 0,0096 | 5,2            | 0,1        | 0,01         | 0,05           | 3,1                  | 0,016             | 0,07                  |                                   |
|    | 3 | 5    | 20 x 3,4 |                       |            | 20                          |                        |                   | 0,045  | 5,04           | 0,4        | 0,17         | 0,86           | 5,1                  | 0,408             | 1,26                  |                                   |
|    | 5 | 7    | 20 x 3,4 |                       |            | 20                          |                        |                   | 0,052  | 3,5            | 0,4        | 0,17         | 0,60           | 23                   | 1,840             | 2,44                  |                                   |
|    |   |      |          |                       |            |                             |                        |                   |        |                |            |              |                |                      | $\sum$            | 3,98                  |                                   |

| V3   |    |                            |          |                           |                        |                   |      |                         |          |            |              |                |            |                          |                                     |      |
|------|----|----------------------------|----------|---------------------------|------------------------|-------------------|------|-------------------------|----------|------------|--------------|----------------|------------|--------------------------|-------------------------------------|------|
| ÚSEK |    | d <sub>A</sub> · s<br>[mm] | l<br>[m] | l<br>+<br>přirážka<br>[m] | TI.<br>IZOLACE<br>[mm] | TEPELNÁ<br>ZTRÁTA |      | Q <sub>c</sub><br>[L/s] | l<br>[m] | V<br>[m/s] | R<br>[kPa/m] | l · R<br>[kPa] | Σ ξ<br>[-] | Δp <sub>r</sub><br>[kPa] | l · R +<br>Δp <sub>r</sub><br>[kPa] |      |
| OD   | DO |                            |          |                           |                        | [W/m]             | [W]  |                         |          |            |              |                |            |                          |                                     |      |
|      |    |                            |          |                           |                        |                   |      |                         |          |            |              |                |            |                          |                                     |      |
| TV   | 7  | 5                          | 50 X 8,4 | 3,5                       | 4,025                  | 20                | 15,2 | 61,18                   | 0,052    | 3,5        | 0,1          | 0,01           | 0,04       | 6,8                      | 0,034                               | 0,07 |
|      | 5  | 3                          | 40 X 6,7 | 5,04                      | 5,796                  | 20                | 10,2 | 59,12                   | 0,045    | 5,04       | 0,1          | 0,01           | 0,05       | 6,1                      | 0,031                               | 0,08 |
|      | 3  | 2                          | 40 X 6,7 | 14,1                      | 16,215                 | 20                | 10,2 | 165,39                  | 0,035    | 14,1       | 0,1          | 0,01           | 0,14       | 6,6                      | 0,033                               | 0,17 |
|      | 2  | 1                          | 32 X 5,4 | 3                         | 3,45                   | 20                | 8,9  | 30,71                   | 0,035    | 3          | 0,1          | 0,01           | 0,03       | 3,1                      | 0,016                               | 0,05 |
| C    | 1  | 3                          | 20 x 3,4 |                           |                        | 20                |      |                         | 0,035    | 17,1       | 0,3          | 0,11           | 1,88       | 8,1                      | 0,365                               | 2,25 |
|      | 3  | 5                          | 20 x 3,4 |                           |                        | 20                |      |                         | 0,045    | 5,04       | 0,04         | 0,17           | 0,86       | 5,1                      | 0,004                               | 0,86 |
|      | 5  | 7                          | 20 x 3,4 |                           |                        | 20                |      |                         | 0,052    | 3,5        | 0,4          | 0,17           | 0,60       | 23                       | 1,840                               | 2,44 |
|      |    |                            |          |                           |                        |                   |      |                         |          |            |              |                |            | Σ                        | 5,91                                |      |

### 5.5.1. Dimenzování potrubí cirkulační vody – rozvětvení průtoků

**U čerpadla**

$$Q_c = \frac{q_c}{4127 \cdot \Delta t} = \frac{425,26}{4127 \cdot 2} = 0,052 \text{ l/s}$$

**Bod 5**

$$q_a = 55,64 \text{ W}$$

$$q_b = 369,62 \text{ W}$$

$$Q_a = Q_c \cdot \frac{q_a}{q_a + q_b} = 0,052 \cdot \frac{55,64}{55,64 + 369,62} = 0,0068 \text{ l/s}$$

$$Q_b = Q_c - Q_a = 0,052 - 0,0068 = 0,0452 \text{ l/s}$$

**Bod 3**

$$q_d = 53,22 \text{ W}$$

$$q_e = 196,1 \text{ W}$$

$$Q_d = Q_b \cdot \frac{q_d}{q_d + q_e} = 0,045 \cdot \frac{53,22}{53,22 + 196,1} = 0,0096 \text{ l/s}$$

$$Q_e = Q_b - Q_d = 0,045 - 0,0096 = 0,0354 \text{ l/s}$$

### 5.5.2. Dimenzování potrubí cirkulační vody – návrh čerpadla

**Stanovení dopravní výšky čerpadla [m]:**

$$H = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g}$$

$\Delta p$  – tlakové ztráty v potrubí [Pa]

$\rho$  – hustota vody [kg/m<sup>3</sup>]

$g$  – tíhové zrychlení [m/s<sup>2</sup>]

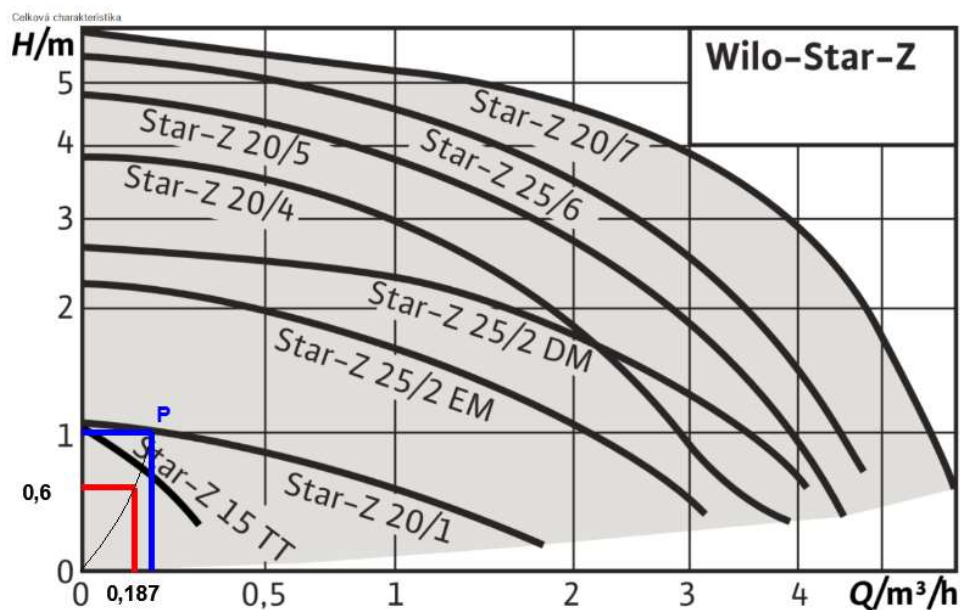
$$H = \frac{5910}{1000 \cdot 9,81} = 0,6 \text{ m}$$

$$Q = 0,052 \text{ l/s} = 0,1872 \text{ m}^3/\text{h}$$



**Obrázek B16:** Čerpadlo Wilo Star Z [29]

## Charakteristika čerpadla



**Graf B6:** Charakteristika čerpadla Wilo-Star-Z [29]

### 5.5.3. Dimenzování potrubí cirkulační vody – návrh regulačního ventilu

Tlaková ztráta nejdelšího cirkulačního okruhu V3 (úsek 1 – 5): 3,41 kPa

#### Regulační ventil pro úsek V1:

Tlaková ztráta cirkulačního okruhu V1(úsek 6 – 5): 0,24 kPa

Průtok v cirkulačním okruhu: 0,0068 l/s

Potřebná tlaková ztráta na ventilu okruhu V1:  $3,41 - 0,24 = 3,17 \text{ kPa} = 31,7 \text{ mBar}$

#### Regulační ventil pro úsek V2:

Tlaková ztráta cirkulačního okruhu V3 (úsek 1- 3): 2,47

Tlaková ztráta cirkulačního okruhu V2(úsek 4 – 5): 0,14 kPa

Průtok v cirkulačním okruhu: 0,0096 l/s

Potřebná tlaková ztráta na ventilu okruhu V1:  $2,47 - 0,14 = 2,33 \text{ kPa} = 23,3 \text{ mBar}$

## 5.6. Výpočet kompenzačních délek

Prodloužení nebo zkrácení trubky z PP vlivem změn teploty dle ČSN EN 806 – 4.

**Velikost prodloužení  $\Delta l$  [mm]:**

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t$$

kde  $\alpha$  – součinitel délkové roztažnosti  $\alpha = 0,15 \text{ mm/mK}$

$l_0$  – kompenzační délka [m]

$\Delta t$  – rozdíl provozní a montážní teploty [K]

**Volná délka pružného ramene  $L_p$  [mm]:**

$$L_p = C \cdot \sqrt{\Delta l \cdot d}$$

kde  $C$  – materiálová konstanta

$\Delta l$  – velikost prodloužení [mm]

$d$  – vnější průměr trubky [mm]

**Tabulka B29:** Výpočet roztažnosti potrubí teplé vody na ležatém potrubí

| Výpočet roztažnosti potrubí teplé vody na ležatém potrubí |                     |                |                               |                                    |
|---|---------------------|----------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Úsek  | Délka úseku $L$ [m] | Průměr Potrubí | Délková změna $\Delta l$ [mm] | Volná kompenzační délka $L_p$ [mm] |
| PB1   | 2,6                 | 40             | 11,7                          | 432,6                              |
| PB2   | 1,02                | 40             | 4,59                          | 270,9                              |
| PB3   | 5,1                 | 40             | 22,95                         | 605,9                              |
| PB4   | 1,6                 | 40             | 7,2                           | 339,4                              |

Označení a umístění úseků je vyznačeno v axonometrii vodovodu.

## 5.7. Výpočet tloušťky tepelné izolace

Výpočet tloušťky tepelné izolace potrubí TV a CV dle vyhlášky 193/2007

Potrubí PPR, PN 20

Tepelná izolace MIRELON PRO (tloušťka stěny: 6, 9, 13, 20, 25)

**Tabulka B30:** Tloušťka tepelné izolace u vnitřních rozvodů dle vyhlášky č.151/2001 Sb

| Tloušťka tepelné izolace u vnitřních rozvodů dle vyhlášky č.151/2001 Sb   |                      |
|---|----------------------|
| DN  | Tloušťka izolace[mm] |
| 20  | ≥ 20                 |
| 25 až 35  | ≥ 30                 |
| 40 až 100   | ≥ DN                 |
| >100  | ≥ 100                |
| (Poznámka: u vnitřních rozvodů plastových potrubí se tloušťka tepelné izolace volí podle<br>vnějšího průměru potrubí nejbližšího vnějšímu průměru potrubí řady DN.) |                      |

**Součinitel prostupu tepla  $U_o$  [W/mK]:**

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d-2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}}$$

kde  $\lambda_t$  – součinitel tepelné vodivosti trubky (0,22 W/mK)

$\lambda_{iz}$  – součinitel tepelné vodivosti izolace (0,037 W/mK)

$d$  – vnější průměr trubky [m]

$s_t$  – tloušťka stěny trubky [m]

$\alpha_e$  – součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu (10 W/m²K)

$$D = d + 2 \cdot s_{iz}$$

Pro potrubí 16 x 2,7; tl. izolace 25 mm

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,016}{0,016 - 0,0027} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} \cdot \ln \frac{0,066}{0,016} + \frac{1}{10 \cdot 0,066}}$$

$$= 0,148 \text{ W/mK} < 0,15 \text{ W/mK} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Pro potrubí 20 x 3,4; tloušťky tepelné izolace 25 + 6

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,02}{0,02 - 2 \cdot 0,0034} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} \cdot \ln \frac{0,082}{0,02} + \frac{1}{10 \cdot 0,082}}$$

$$= 0,148 \text{ W/mK} < 0,18 \text{ W/mK} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Pro potrubí 25 x 4,2; tloušťky tepelné izolace 25 + 6

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,025}{0,025 - 2 \cdot 0,0042} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} \cdot \ln \frac{0,087}{0,025} + \frac{1}{10 \cdot 0,087}}$$

$$= 0,166 \text{ W/mK} < 0,18 \text{ W/mK} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Pro potrubí 32 x 5,4; tloušťky tepelné izolace 25 + 13

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,032}{0,032 - 2 \cdot 0,0054} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} \cdot \ln \frac{0,108}{0,032} + \frac{1}{10 \cdot 0,108}}$$

$$= 0,171 \text{ W/mK} < 0,18 \text{ W/mK} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Pro potrubí 40 x 6,7; tloušťky tepelné izolace 20 + 20

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,04}{0,04 - 2 \cdot 0,0067} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} \cdot \ln \frac{0,12}{0,04} + \frac{1}{10 \cdot 0,12}}$$

$$= 0,189 \text{ W/mK} < 0,27 \text{ W/mK} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Pro potrubí 50 x 8,4; tloušťky tepelné izolace 20 + 20

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 0,22} \cdot \ln \frac{0,05}{0,05 - 2 \cdot 0,0084} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} \cdot \ln \frac{0,13}{0,05} + \frac{1}{10 \cdot 0,13}}$$

$$= 0,2 \text{ W/mK} < 0,27 \text{ W/mK} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

## 6. Dimenzování domovního plynovodu

**Redukovaný odběr plynu  $V_r[m^3/h]$ :**

$$V_r = K_1 \cdot V_1 + K_2 \cdot V_2 + K_3 \cdot V_3 + K_4 \cdot V_4$$

kde  $V_1$ – součet objemových průtoků spotřebičů pro přípravu pokrmů [ $m^3/h$ ]

$V_2$ – součet objemových průtoků lokálních topidel a zásobníkových ohříváčů vody [ $m^3/h$ ]

$V_3$ – součet objemových průtoků všech kotlů včetně kotlů kombinovaných [ $m^3/h$ ]

$V_4$ – součet objemových průtoků všech technologických plynových spotřebičů a plynových spotřebičů ve velkokuchyních [ $m^3/h$ ]

$K_1$  – koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u  $V_1$ ,  $K_1 = n^{-0,5}$

$K_2$  – koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u  $V_2$ ,  $K_2 = n^{-0,15}$

$K_3$  – koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u  $V_3$ ,  $K_3 = n^{-0,1}$

$K_4$  – koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u  $V_4$

$$V_r = 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 1^{-0,15} \cdot 2,12 + 0 \cdot 0 = 2,12 \text{ m}^3/h$$

**Předběžná ztráta tlaku na 1 m [ $Pa/m$ ]:**

$$\Delta p = \frac{\Delta p_c}{L + \sum L_e}$$

kde  $\Delta p_c$ – celková ztráta tlaku v ležatém potrubí v [ $Pa$ ]

$L$  – skutečná délka ležatého potrubí v [ $m$ ], tj. délka od HUP až k nejvzdálenějšímu spotřebiči bez stoupacího vedení

$\sum L_e$ – součet ekvivalentních délkových přírážek pro tvarovky a armatury v [ $m$ ]

$$\Delta p = \frac{100}{16,4 + 9,4} = 3,88 \text{ Pa/m}$$

Navrhují jmenovitou světlost potrubí DN 20.

## 6.1. Dimenzování přípojky

Dimenze potrubní přípojky  $D$  [mm]:

$$D = K \cdot \sqrt[4,8]{\frac{Q^{1,82} \cdot L}{(p_z + 100)^2 - (p_k + 100)^2}}$$

Kde  $K$  – konstanta [-],  $K = 13,8$

$Q$  – dopravované množství plynu ( $V_r$ ) [m<sup>3</sup>/h] při 20 °C a 0,101325 MPa

$L$  – délka potrubí [m]

$p_z$  – počáteční pracovní přetlak plynu [kPa]

$p_k$  – koncový pracovní přetlak plynu [kPa]

$$D = 13,8 \cdot \sqrt[4,8]{\frac{2,12^{1,82} \cdot 8,5}{(2 + 100)^2 - (1,95 + 100)^2}} = 17,53 \text{ mm}$$

Návrh. 32x3 HDPE 100 SDR 11

Posouzení rychlosti proudění plynu v potrubí v [m/s]:

$$v = \frac{Q}{S}$$

Kde  $Q$  – dopravované množství plynu [m<sup>3</sup>/h] při 20 °C a 0,101325 MPa

$S$  – vnitřní průřezová plocha [m<sup>2</sup>]

$$v = \frac{2,12}{0,000531} = 3992,46 \frac{\text{m}}{\text{h}} = 1,1 \text{ m/s} < 10 \text{ m/s} \quad \text{VYHOVUJE}$$



## C. Projekt

### C1. Technická zpráva

|              |  |
|--------------|--|
| Akce:        | Novostavba bytového domu s kavárnou – Zdravotně technické a plynovodní instalace |
| Místo:       | ul. Horova, parcela č. 612, Brno   |
| Investor:    | Ing. Kristýna Koubová, Komenského 1596, Brno                                     |
| Datum:       | květen 2017  |
| Vypracovala: | Petra Strnadová  |

#### ÚVOD

Jedná se o novostavbu bytového domu s 5 bytovými jednotkami a kavárnou. Projekt řeší kanalizace, vnitřní vodovod, plynovod a jejich přípojky. Budova má 3 nadzemní podlaží a je částečně podsklepena. V suterénu se nachází technická místnost s technickým zázemím, dále sklepy a kočárkárna. V 1.NP je umístěna kavárna a 1 byt. Ve 2. NP a 3. NP jsou vždy 2 byty. Jako podklad sloužila projektová dokumentace stavební části a situace.

#### Potřeba vody:

|             |                       |
|-------------|-----------------------|
| Předpoklad: | 12 nájemníků          |
|             | 2 zaměstnanci kavárny |

Průměrná denní potřeba vody:

$$Q_p = n \cdot q = 12 \cdot 100 + 2 \cdot 140 = 1480 \text{ l/den}$$

Maximální denní potřeba vody

$$Q_m = Q_p \cdot k_d = 1480 \cdot 1,5 = 2220 \text{ l/den}$$

Max hodinová potřeba vody:

$$Q_h = \frac{1}{24} \cdot Q_m \cdot k_h = \frac{1}{24} \cdot 2220 \cdot 2,1 = 194,25 \text{ l/hod}$$

Roční potřeba vody:

$$Q_r = Q_p \cdot 365 = 1480 \cdot 365 = 540,2 \text{ m}^3/\text{ro}$$

### Potřeba teplé vody

Předpoklad: 12 nájemníků  
13 návštěvníků kavárny

Denní potřeba teplé vody:

$$Q_p = n \cdot q = 12 \cdot 40 + 13 \cdot 30 = 870 \text{ l/den}$$

### PŘÍPOJKY

#### Kanalizační přípojka

Objekt je napojen do stávající jednotné stoky DN 500 z kameniny v ulici Horova. Pro odvod splaškových i dešťových vod bude vybudována nová kanalizační přípojka z materiálů PVC KG DN 160. Průtok odpadních vod přípojkou je **3,2 l/s**. Přípojka bude na stoku napojena jádrovým vývrtem. Hlavní vstupní šachta bude plastová průměru 1 m od firmy Pipe Life s poklopem průměru 600 mm. Šachta bude umístěna na hranici pozemku, viz výkres situace.

Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu o mocnosti 150 mm. Zasypáno bude pískem o mocnosti 300 mm. Tento pískový zásyp nesmí být hutněn. Na tento zásyp bude položena bílá výstražná fólie šířky 300 mm. Dále bude výkop zasypáván původní zeminou a po vrstvách 500 mm hutněn.

#### Vodovodní přípojka

Objekt bude zásobován pitnou vodou z nově vybudované vodovodní přípojky. Přípojka bude z materiálu HDPE 100 SDR11 50 x 4,6 mm, bude napojená na vodovodní řád pro veřejnou potřebu v ulici Horova. Výpočtový průtok přípojkou určený podle ČSN 75 4555 činí 1,24 l/s. Přetlak vody v místě napojení přípojky se dle informací od provozovatele pohybuje od 0,45 až 0,50 MPa. Vodovodní přípojka bude napojena na veřejný vodovodní řád z PE 100 SDR 11 110x10 mm navrtávacím pasem s uzávěrem, zemní soupravou a poklopem. Vodoměrná sestava s vodoměrem DN 25 a hlavním uzávěrem vody bude umístěna v šachtě ASIO typ AS - VODO B s rozměry 1200x900x1810 mm.

Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu tl. 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trouby. Podél potrubí bude položen signalizační vodič. Ve výšce 300 mm nad potrubím se do výkopu položí výstražná fólie šířky 300 mm.

### **Plynovodní přípojka**

Do objektu bude zemní plyn přiveden novou NTL plynovodní přípojkou z potrubí PE 100 SDR 11 30x3 mm podle ČSN EN 12007 a TPG 702 01. Redukovaný odběr plynu přípojkou činí 2,12 m<sup>3</sup>/h. Nová přípojka bude napojena na stávající NTL PE plynovodní řád 110x10 mm. Hlavní uzávěr plynu bude umístěn ve skříni o rozměrech 600x600x250 mm na fasádě objektu. Skříň bude opatřena ocelovými dvířky s nápisem HUP, větracími otvory dole i nahoře a uzávěrem na trojhranný klíč.

Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu tl. 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Podél potrubí bude položen signalizační vodič. Ve výšce 300 mm nad potrubím bude umístěna žlutá výstražná folie šířky 300 mm.

### **Vnitřní kanalizace**

Potrubí vnitřní kanalizace bude napojeno na kanalizační přípojku vedenou do stoky v ulici Horova. Průtok odpadních vod přípojkou činí 3,2 l/s. Svodná potrubí budou vedena v suterénu zavěšené pod stropem a pod terénem vně budovy. Napojení svodných potrubí na kanalizační přípojku bude umístěno v hlavní vstupní šachtě od firmy Pipe Life DN 1000 s poklopem o průměru 600 mm na hranici pozemku. Na pozemku bude umístěna retenční nádrž pro jímání dešťové vody. Je navržena samonosná retenční nádrž Plasticbox s objemem 5 m<sup>3</sup>. Z retenční nádrže bude voda postupně odtékat řízeným odtokem do jednotné kanalizace. Ke spojení dešťového a splaškového potrubí dojde v hlavní vstupní šachtě.

Splašková odpadní potrubí budou spojena větracím potrubím s venkovním prostředím a povedou v instalační šachtě společně se stoupacím potrubím vodovodu. Připojovací potrubí budou vedena v předstěnách a pod omítkou. Pro napojení praček a myček budou osazeny zápachové uzávěrky HL 406. Každá instalační šachta bude opatřena revizními dvířky s požární odolností.

Vnitřní kanalizace je navržena a bude provedena a zkoušena podle ČSN EN 12056 a ČSN 75 6760.

Materiálem potrubí v zemi budou tvarovky a trouby z PVC KG uložené na pískovém loži tl. 150 mm a obsypané pískem do výše 300 mm nad vrchol hrdel. Splašková odpadní, větrací a připojovací potrubí budou z polypropylenu HT a budou upevňována ke stěnám kovovými objímkami s gumovou vložkou.

Součástí vnitřní kanalizace je i přečerpávací stanice odpadních vod **WILO – DrainLift S**. Přečerpávací stanice je umístěna v suterénu v místnosti S.11. Bude sloužit pro přečerpání odpadních vod ze zařizovacích předmětů z místnosti S.10.

### **Vnitřní vodovod**

Vnitřní vodovod bude napojen na vodovodní přípojku pitné vody (viz výkres situace). Výpočtový průtok přípojkou určený podle ČSN 75 5455 činí 1,24 l/s. Vodoměr a hlavní uzávěr vnitřního vodovodu bude umístěn plastové šachtě ASIO typ AS –VODO B s rozměry 1200x900x1810 mm. Hlavní uzávěr objektu bude umístěn na přívodním potrubí v místnosti S.11. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad se podle sdělení jeho provozovatele pohybuje v rozmezí 0,45 až 0,55 MPa.

Hlavní přívodní ležaté potrubí od vodoměrové šachty do domu povede v hloubce 1,5 m pod terénem vně domu a do domu vstoupí ochrannou trubkou ze stěny. V domě bude ležaté potrubí vedeno zavěšeno pod stropem v suterénu a v 1 NP. Stoupací potrubí povedou v instalačních šachtách společně s odpadními potrubími kanalizace. Podlažní rozvodná a připojovací potrubí budou vedena v přízdívkách a předstěnových instalacích.

Teplá voda pro **celý objekt** bude připravována v nepřímotopném zásobníkovém ohříváči Therm OKC 750 NTRR ohříváním topnou vodou z plynového kotle. Na přívodu studené vody do tohoto ohříváče bude kromě uzávěru osazen ještě zpětný ventil a pojistný ventil nastavený na otevírací přetlak 0,6 MPa.

Vnitřní vodovod je navržen podle ČSN 75 5409. Montáž a tlakové zkoušky vnitřního vodovodu budou prováděny podle ČSN EN 806-4 a ČSN 75 5409. Vnitřní vodovod bude provozován a udržován podle ČSN EN 806-5 a ČSN 75 5409.

Materiálem potrubí uvnitř domu bude PPR, PN 20. Potrubí vně domu vedené pod terénem bude provedeno z HDPE 100 SDR 11. Svařovat je možné pouze plastové potrubí ze stejného materiálu od jednoho výrobce. Pro napojení výtokových armatur budou použity nástěnky připevněné ke stěně. Spojení plastového potrubí se závitovou armaturou musí být provedeno pomocí přechodky s mosazným závitem. Volně vedené potrubí uvnitř domu bude ke stavebním konstrukcím upevněno kovovými objímkami s gumovou vložkou. Potrubí vedené v zemi bude uloženo na pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Jako uzavírací armatury budou použity mosazné kulové kohouty s atestem na pitnou vodu.

### **Domovní plynovod**

|                             |                        |     |
|-----------------------------|------------------------|-----|
| Plynový kotel THERM 24 KDZN | 2,12 m <sup>3</sup> /h | 1ks |
|-----------------------------|------------------------|-----|

Plynový turbokotel s uzavřenou spalovací komorou bude umístěn v technické místnosti S.11. Sání vzduchu pro spalování a odkouření bude provedeno přes systém odtahu THERM Ø80/125 mm. Montáž turbokotle musí být provedena podle návodu výrobce a ČSN 33 2000-7-701.

Domovní plynovod bude proveden dle ČSN EN 1775 a TPG 704 01. Hlavní uzávěr a plynoměr bude umístěn ve skříni na fasádě objektu (viz plynovodní přípojka) v uzamykatelné skřínce o rozměrech 600x600x250 mm. Ležaté potrubí bude vedeno na fasádě domu, nebo ve drážkách ve zdivu vně domu a uvnitř domu pod stropem. Prostupy volně vedeného potrubí zdmi budou řešeny pomocí ochranných trubek. Potrubí pod omítkou nesmí být uloženo do agresivního materiálu.

Materiálem potrubí plynovodu uvnitř budovy bude ocelové závitové potrubí spojované svařováním. Potrubí vedené v zemi vně domu bude provedeno z HDPE 100 SDR 11. Volně vedené potrubí uvnitř domu bude ke stavebním konstrukcím upevňováno ocelovými objímkami. Potrubí vedené v zemi bude uloženo na pískovém loži

tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Jako uzávěry budou použity kulové kohouty s atestem na zemní plyn. Před uvedením plynovodu do provozu musí být provedena zkouška pevnosti a těsnosti podle ČSN EN 1775 a TPG 704 01 a výchozí revize odběrného plynového zařízení podle vyhlášky č. 85/1978 Sb. Po provedení zkoušek pevnosti a těsnosti bude potrubí natřeno žlutou barvou.

### **Zřizovací předměty**

Budou použity zařizovací předměty podle sestav specifikovaných v legendě zařizovacích předmětů. Záchodové mísy v bytech budou závěsné. Záchodová mísa pro tělesně postižené bude kombinační s horním okrajem ve výšce 480 mm nad podlahou, budou u ní osazeny předepsané madla. U umyvadel, umýváte a dřezů budou stojánkové směšovací baterie. Vanové baterie budou nástěnné. U výlevky bude nástěnná směšovací baterie s dlouhým otočným výtokem. Automatická pračka bude k vodovodnímu a kanalizačnímu potrubí připojena přes soupravu HL 406. Myčka na nádobí bude k vodovodnímu a kanalizačnímu potrubí připojena přes soupravu HL 410. Smějí být použity jen výtokové armatury zajištěné proti zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409.

### **Zemní práce**

Pro přípojky a ostatní potrubí uložená v zemi budou hloubeny rýhy o šířce 1 m. Tam, kde bude potrubí uloženo na násypu, je třeba tento násyp předem dobře ztuhnit. Při provádění je třeba dodržovat zásady bezpečnosti práce. Výkopy o hloubce větší než 1,3 m je nutno pažit příložným pažením.

Výkopy je nutno ohradit a označit. Případnou podzemní vodu je třeba z výkopů odčerpávat. Výkopek bude po dobu výstavby uložen podél rýh, přebytečná zemina odvezena na skládku. Před prováděním zemních prací je nutno, aby provozovatelé všech podzemních inženýrských sítí tyto sítě vytyčili (u provozovatelů objedná investor nebo dodavatel stavby). Při křížení a souběhu s jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti podle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54,

ČSN 33 2160, ČSN 33 3301 a podmínky provozovatelů těchto sítí. Při zjištění nesouladu polohy sítí s mapovými podklady získanými od jejich provozovatelů je nutná konzultace s příslušnými provozovateli. Výkopové práce v místě křížení a souběhu s jinými sítěmi je nutno provádět ručně a opatrně bez použití pneumatického, bateriového nebo motorového nářadí, aby nedošlo k poškození křížených sítí. Obnažené křížené sítě je při zemi pracích nutno zabezpečit proti poškození. Před zásypem výkopů budou provozovatelé obnažených inženýrských sítí přizváni ke kontrole jejich stavu. O této kontrole bude proveden zápis do stavebního deníku. Lože a obsyp křížených sítí budou uvedeny do původního stavu.

Při stavbě je nutno dodržet příslušné ČSN a zajistit bezpečnost práce.

**Tabulka C31: Legenda zařizovacích předmětů**

| Legenda zařizovacích předmětů |   |       |
|-------------------------------|---|-------|
| OZN.                          | POPIS   | POČET |
| D1                            | Nerezový dřez s odkapem, standartní uložení na desku - Deante XYLO 011B<br>780 x 500 mm     | 1     |
|                               | Zápachová uzávěrka dřezová plastová bílá  |       |
|                               | Dřezová baterie stojánková otočná - Sinks VENTO s výsuvnou sprchou chromová                 |       |
|                               | 1x rohový ventil pochromovaný DN 15   |       |
| D2                            | Nerezový dřez, standartní uložení na desku – Alveus ALLUX 70<br>statin 480 x 480 mm         | 5     |
|                               | Zápachová uzávěrka dřezová plastová bílá s odbočkou na myčku                                |       |
|                               | Dřezová baterie stojánková otočná – Alveus CLEO PS s výsuvnou sprchou chromová              |       |
|                               | 1x rohový ventil pochromovaný DN 15   |       |
| U1                            | Umyvadlo keramické bílé Jika Cubito 650 x 485 mm  | 5     |
|                               | Zápachová uzávěrka umyvadlová chromová  |       |
|                               | Baterie umyvadlová stojánková – Cubito chromová   |       |
|                               | 2x rohový ventil pochromovaný DN 15   |       |
| U2                            | Umyvadlo zdravotní bílé Jika Mio 640 x 550 mm   | 1     |
|                               | Zápachová uzávěrka umyvadlová plastová bílá   |       |
|                               | Baterie umyvadlová Jika Mio chromová  |       |
|                               | 2x rohový ventil pochromovaný   |       |
| UM                            | Umývatko keramické bílé Jika Lyra plus 400 x 310 mm   | 2     |
|                               | Zápachová uzávěrka umyvadlová bílá plastová   |       |
|                               | Baterie umyvadlová stojánková páková Lyra plus  |       |
|                               | 2x rohový ventil  |       |
| WC1                           | Záchodová mísa keramická bílá závěsná s hlubokým splachováním<br>Jika Mio-N<br>360 x 530 mm | 5     |
|                               | Instalační prvek pro závěsnou záchodovou mísu   |       |
|                               | Ovládací tlačítko bílé  |       |
|                               | Záchodové sedátko duroplastové bílé Mio-N SLIM  |       |
| WC2                           | Záchodová mísa keramická bílá kombinační Jika Mio 360 x 715 x<br>480 mm                     | 1     |
|                               | WC sedátko bílé Mio/Cubito se zpomalovacím mechanismem                                      |       |



|     |   |   |
|-----|---|---|
|     | Rohový ventil DN 15   |   |
| WC3 | Záchodová mísa keramická bílá kombinační Lyra plus šikmý odpad 630 x 360 mm | 1 |
|     | Mio nádrž, spodní napouštění  |   |
|     | Záchodové sedátko duroplastové bílé Mio/Cubito                              |   |
|     | Rohový ventil DN 15   |   |
| VA  | Akrylátová vana bílá Jika CUBITO 1700 x 75 mm                               | 5 |
|     | Zápachová uzávěrka vanová plastová bílá s přepadem                          |   |
|     | Vanová baterie chrom nástěnná CUBITO s ruční sprchou                        |   |
|     | Držák ruční sprchy  |   |
|     | Krycí dvířka plastová bílá 300 x 300 mm                                     |   |
| AP  | Zápachová uzávěrka HL 406   | 5 |
|     | Rohový ventil se zpětnou klapkou SHELL                                      |   |
| MN  | Zápachová uzávěrka HL 406   | 6 |
|     | Zápachová uzávěrka HL 406   |   |
| VS  | Nástěnná výlevka ABU 550 x 450 x 200 cm                                     | 1 |
|     | Baterie umyvadlová s dlouhým raménkem. Zápachová uzávěrka plastová          |   |
| VP  | Podlahová vpust HL 310 se zápachovou uzávěrkou PRIMUS.                      | 1 |

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo komplexně navrhnout zdravotně technické instalace v bytovém domě s kavárnou. Projekt byl zpracován s použitím platných norem a ustanovení. Z množství řešení, jež lze použít, byla snaha pro daný objekt navrhnout co nejoptimálnější.

V teoretické části se práce zabývá bakterií Legionella. Pochopení této problematiky je důležité při projektování a realizaci rozvodů pitné vody. Bakterie je nebezpečná pro lidský organismus. Daří se jí hlavně v teplé stagnující vodě, ale také v běžných domácích zařízeních jako jsou například klimatizace. Při správném návrhu těchto systému a dodržování dané teploty, lze výskyt těchto bakterií výrazně eliminovat. Existují také nejrůznější metody na odstranění Legionell z pitné vody v podobě dezinfekcí a čistících procesů.

Výpočtová část obsahuje veškeré výpočty související se správným návrhem instalací třípodlažního částečně podsklepeného bytového domu. Byl proveden návrh rozvodů vody, plynu a kanalizace. Řešení nebylo jednoduché z důvodu nestandardního umístění suterénu, kde se částečné podsklepení nacházelo ve vzdálené části domu. Řešením se nabízela trasa vody v podhledu kavárny 1NP, což bylo vyhodnoceno jako nejideálnější řešení. Dále bylo potrubí vedeno do jednotlivých bytů pomocí instalačních šachet. Plynové potrubí bylo vedeno po fasádě do technické místnosti pouze k plynovému kotli. Pro dům byl vybrán kotel THERM 24 KDZN, který je dostatečný pro vytápění a ohřev vody v objektu. Součástí návrhu je také zásobník teplé vody THERM OKC 750 NTRR. Kanalizace byla vedena v zemi pod nepodsklepenou částí objektu. Dešťová voda ze střech byla odvedena do retenční nádrže Plastic box o objemu 6m<sup>3</sup>, odkud bude pomocí vírového regulátoru postupně vypouštěna do jednotné kanalizace.

Projektová část obsahuje potřebné informace k realizaci stavby. Její součástí je souhrnná technická zpráva, legenda zařizovacích předmětů a výkresová část.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Legionářská nemoc. *Vitalion* [online]. [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://nemoci.vitalion.cz/legionarska-nemoc>
- [2] VAVŘIČKA, R., J. VRÁNA a Z. POSPÍCHAL. *Příprava teplé vody*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2017. ISBN 978-80-02-02713-3.
- [3] HOVAL SPOL. S. R. O. *Bakterie Legionella* [online]. 2017 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/15589-bakterie-legionella-rady-a-tipy-jak-se-temto-bakteriim-ucinne-vyhnout>
- [4] Legionella a zdraví: Legionářská nemoc. *Legionella.cz* [online]. [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <https://legionella.cz/legionella-a-zdravi/>
- [5] Legionella v pitné vodě. *Měděné rozvody* [online]. [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://medenerozvody.cz/aplikacni-oblasti-medenych-trubek/studena-tepla-pitna-voda/legionella-v-pitne-vode>
- [6] PRŮCHA, J. Mikrobiologický rozbor pitné vody s přihlédnutím k problematice legionell v Německu. *Kvasný průmysl* [online]. 2016 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://www.kvasnyprumysl.cz/pdfs/kpr/2016/09/03.pdf>
- [7] ŠAŠEK, J. *Eliminace legionel z distribuční sítě pitné vody - technické aspekty* [online]. 2001 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/469-eliminace-legionel-z-distribucni-site-pitne-vody-technicke-aspekty>
- [8] MUDRA, Radim, Irena MARTINKOVÁ, Marie FIEDOROVÁ a Danuše HANSLÍKOVÁ. Legionela aneb čert nikdy nespí: Legionella – theDevilNeverSleeps. *HYGIENA: Časopis pro ochranu a podporu zdraví*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2014, 59(1), 37-40. ISSN 1803-1056.
- [9] VRÁNA, J. ČSN 75 5409 "Vnitřní vodovody": *Prevence mikrobiologické kolonizace vnitřních vodovodů* [online]. 2013 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-voda-kanalizace/10177-csn-75-5409-vnitri-vodovody>

- [10] ŠAŠEK, J. *Poznatky o Legionelle, její závažnosti a možnostech eliminace: Eliminace legionell z distribuční sítě pitné vody* [online]. 2012 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://euroclean.cz/clanky/poznatky-o-legionelle-jeji-zavaznosti-a-moznostech-eliminace/#opatreni>
- [11] *Eliminace legionell: Dezinfekce UV zářením* [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <https://legionella.cz/eliminace-legionell/>
- [12] *Biofilmin Spas* [online]. 2016 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://aqua-tech.ca/2016/01/biofilm-in-spas/>
- [13] [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/51649186\\_fig1\\_Fig-1-e-Conceptual-model-for-Legionella-exposure-from-inhalation-of-shower-aerosols](https://www.researchgate.net/figure/51649186_fig1_Fig-1-e-Conceptual-model-for-Legionella-exposure-from-inhalation-of-shower-aerosols)
- [14] *Chlordioxid* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.clo2.cz/generatory-chlordioxidu/>
- [15] *Eliminace legionell. Legionella* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://legionella.cz/eliminace-legionell/>
- [16] SENINSKY, A. *Waterfilter* [online]. 2014 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://www.waterfilter.cz/proc-dezinfikovat-vodu-pomoci-uv-zareni/>
- [17] ŽABIČKA, Z. *Vnitřní vodovod - vady* [online]. 2013 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/materialy-voda-kanalizace/10653-vnitрни-vodovod-vady>
- [18] ŠAŠEK, J. *Možnosti odstranění legionel z distribuční sítě pitné vody* [online]. 2000 [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/395-moznosti-odstraneni-legionel-z-distribucni-site-pitne-vody>
- [19] [online]. [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/100064958.html>
- [20] BÁRTA, L. *Zásobování budovy vodou: Legionely* [online]. Brno, 2006 [cit. 2017-05-17].
- [21] KABELE, K. *Teplá voda* [online]. In: . Praha [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2287061/>

- [22] *E-dezinfekce* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.e-dezinfekce.cz/legionela-chlordioxid/chlordioxid-oxid-chloricity-generator-chlordioxidu-oxiperm-pro/>
- [23] BUBENÍČEK, V. *Eliminace Legionel v rozvodech teplé vody pomocí chlordioxidu* [online]. In: . [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: [http://www.prominent.cz/PortalData/22/Resources/dokumenty/DALKIA\\_Legionella\\_Control\\_28\\_11\\_2008.pdf](http://www.prominent.cz/PortalData/22/Resources/dokumenty/DALKIA_Legionella_Control_28_11_2008.pdf)
- [24] [online]. 2014 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/tuv.pdf>
- [25] ŽABIČKA, Z. *Vnitřní vodovody z polypropylenu a jejich havarie* [online]. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/materialy-voda-kanalizace/8048-vnitri-vodovody-z-polypropylenu-a-jejich-havarie>
- [26] *Thermona* [online]. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: [http://www.thermona.cz/Thermona/media/content/Dokumentace/Katalog%20Oproduktu/Katalog\\_produktu\\_2017-02.pdf](http://www.thermona.cz/Thermona/media/content/Dokumentace/Katalog%20Oproduktu/Katalog_produktu_2017-02.pdf)
- [27] *Wilo* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://productfinder.wilo.com/cz/cs/c000000070003b8ca00020023/product.html#tab=1>
- [28] *Plasticbox* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <https://www.plasticbox.cz/retencni-nadrze-na-destovou-uzitkovou-vodu/retencni-nadrze-samonosne/116-retencni-nadrz-samonosna-5m3-na-uzitkovou-destovou-vodu>
- [29] *Productfinder.wilo* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://productfinder.wilo.com/cz/cs/Wilo/c00000002a0003a36300010023/c0000002a0003a4e800010023/mask.html>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

|   |    |
|---|----|
| <i>Obrázek A1: Bakterie Legionella pneumophila [3]</i> .....  | 13 |
| <i>Obrázek A2: Model možného nakažení Legionellou vdechnutím aerosolu při sprchování [13]</i> .....                           | 14 |
| <i>Obrázek A3: Vznik biofilmu bakterie v několika fázích [12]</i> .....   | 18 |
| <i>Obrázek A4: Biofilm v rozvodech pitné vody [5]</i> .....   | 18 |
| <i>Obrázek A5: Objem vody v potrubí bez cirkulace [9]</i> .....   | 19 |
| <i>Obrázek A6: Ocelové pozinkované potrubí vystavené opakovaně vysokým teplotám [17]</i> .....                                | 21 |
| <i>Obrázek A7: Narušení buněčné membrány UV zářením [16]</i> .....  | 23 |
| <i>Obrázek A8: Schéma instalace generátoru chlordioxidu [22]</i> .....  | 24 |
| <i>Obrázek A9: Graf účinnosti oxidu chloričitého [14]</i> .....   | 25 |
| <i>Obrázek A10: Vnitřní povrch nové PP trubky a vnitřní povrch PP trubky po 6 letech dávkování ClO<sub>2</sub> [25]</i> ..... | 25 |
| <i>Obrázek A11: Dezinfekce chladicí věže pomocí generátoru ozónu [23]</i> .....   | 26 |
| <i>Obrázek A12: Eliminace mikroorganismů ozonem</i> .....   | 26 |
| <i>Obrázek B13: Model obálky budovy</i> .....   | 38 |
| <i>Obrázek B14: Konstrukce čerpadla [27]</i> .....  | 46 |
| <i>Obrázek B15: Retenční nádrž Plasticbox [28]</i> .....  | 52 |
| <i>Obrázek B16: Čerpadlo Wilo Star Z [29]</i> .....   | 74 |

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

|      |  |
|------|--|
| UV   | Ultrafialové záření                            |
| DNA  | Deoxyribonukleová kyselina                     |
| ČSN  | Česká technická norma                          |
| TV   | Teplá voda                                     |
| CV   | Cirkulační voda                                |
| DN   | Jmenovitá světlost potrubí                     |
| PN   | Jmenovitý tlak potrubí                         |
| SDR  | Standardní rozměrový poměr potrubí             |
| NTL  | Nízkotlaké potrubí                             |
| HUP  | Hlavní uzávěr plynu                            |
| NP   | Nadzemní podlaží                               |
| PPR  | Polypropylen                                   |
| PE   | Polyethylen                                    |
| HDPE | Polyethylen s vysokou hustotou                 |
| HL   | Označení výrobku firmy Hutterer & Lechner GmbH |

## SEZNAM TABULEK

|   |    |
|---|----|
| <i>Tabulka A1: Výskyt Legionell [10]</i> .....  | 15 |
| <i>Tabulka A2: Případy výskytu Legionell [6]</i> .....  | 15 |
| <i>Tabulka A3: Vliv teploty na Legionellu [21]</i> .....                                      | 16 |
| <i>Tabulka A4: Hygienické limity pro pitnou teplou vodu dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. ....</i> | 20 |
| <i>Tabulka B5: Rozdělení odběru teplé vody během časové periody</i> .....                     | 35 |
| <i>Tabulka B6: Výpis použitých k-cí</i> .....   | 38 |
| <i>Tabulka B7: Charakteristika budovy</i> .....   | 39 |
| <i>Tabulka B8: Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla</i> .....            | 39 |
| <i>Tabulka B9: Výpočtové odtoky DU [l/s] jednotlivých zařizovacích předmětů</i> .....         | 42 |
| <i>Tabulka B10: Výpočet připojovacích a odpadních potrubí S2 a S3</i> .....                   | 43 |
| <i>Tabulka B11: Výpočet připojovacích a odpadních potrubí S4 a S5</i> .....                   | 44 |
| <i>Tabulka B12: Výpočet připojovacích a odpadních potrubí S6</i> .....                        | 44 |
| <i>Tabulka B13: Výpočet připojovacích a odpadních potrubí S7</i> .....                        | 45 |
| <i>Tabulka B14: Návrh čerpací stanice odpadních vod</i> .....                                 | 45 |
| <i>Tabulka B15: Výpočet svodného potrubí</i> .....  | 51 |
| <i>Tabulka B16: Výpočet objemu retenční nádrže</i> .....                                      | 52 |
| <i>Tabulka B17: Dimenzování studené vody největšího okruhu</i> .....                          | 58 |
| <i>Tabulka B18: Dimenzování studené vody byt č. 2</i> .....                                   | 59 |
| <i>Tabulka B19: Dimenzování studené vody byt č. 5</i> .....                                   | 60 |
| <i>Tabulka B20: Dimenzování studené vody byt č. 3</i> .....                                   | 61 |
| <i>Tabulka B21: Dimenzování studené vody byt č. 1</i> .....                                   | 62 |
| <i>Tabulka B22: Dimenzování studené vody kavárny</i> .....                                    | 63 |
| <i>Tabulka B23: Dimenzování teplé vody největšího okruhu</i> .....                            | 66 |
| <i>Tabulka B24: Dimenzování teplé vody bytu č. 2 a č. 5</i> .....                             | 67 |
| <i>Tabulka B25: Dimenzování teplé vody bytu č. 3 a kavárny</i> .....                          | 68 |
| <i>Tabulka B26: Dimenzování teplé vody bytu č. 1</i> .....                                    | 69 |
| <i>Tabulka B27: Dimenzování potrubí požární vody</i> .....                                    | 71 |
| <i>Tabulka B28: Dimenzování potrubí cirkulační vody</i> .....                                 | 73 |
| <i>Tabulka B29: Výpočet roztažnosti potrubí teplé vody na ležatém potrubí</i> .....           | 76 |
| <i>Tabulka B30: Tl. tepelné izolace u vnitřních rozvodů dle vyhlášky č.151/2001 Sb</i> .....  | 77 |
| <i>Tabulka C31: Legenda zařizovacích předmětů</i> .....                                       | 88 |



## SEZNAM GRAFŮ

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Graf B1: Křivka odběru tepla.....</i>                              | <i>35</i> |
| <i>Graf B2: Charakteristika čerpadla.....</i>                         | <i>46</i> |
| <i>Graf B3: Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa] .....</i> | <i>54</i> |
| <i>Graf B4: Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa] .....</i> | <i>55</i> |
| <i>Graf B5: Určení tlakových ztrát domovního vodoměru [kPa] .....</i> | <i>56</i> |
| <i>Graf B6: Charakteristika čerpadla Wilo-Star-Z [29] .....</i>       | <i>75</i> |

## SEZNAM VÝPOČTOVÝCH SCHEMAT

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Výpočtové schéma B1: Výpočtové schéma S2 a S3 .....</i> | <i>47</i> |
| <i>Výpočtové schéma B2: Výpočtové schéma S4 a S5 .....</i> | <i>48</i> |
| <i>Výpočtové schéma B3: Výpočtové schéma S6 .....</i>      | <i>49</i> |
| <i>Výpočtové schéma B5: Výpočtové schéma S7 .....</i>      | <i>50</i> |

## SEZNAM TECHNICKÝCH LISTŮ

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Tech. list B1: Zásobník THERM OKC 750 NTRR [26] .....</i>             | <i>37</i> |
| <i>Tech. list B2: Plynový kondenzační kotel THERM 24 KDZN [26] .....</i> | <i>37</i> |

## SEZNAM PŘÍLOH

|    |  |       |
|----|--|-------|
| 1  | Koordinační situace                        | 1:200 |
| 2  | Kanalizace – půdorys 1.S                   | 1:50  |
| 3  | Kanalizace – půdorys 1.NP                  | 1:50  |
| 4  | Kanalizace – půdorys 2.NP                  | 1:50  |
| 5  | Kanalizace – půdorys 3.NP                  | 1:50  |
| 6  | Kanalizace – rozvinuté řezy                | 1:50  |
| 7  | Kanalizace – podélné řezy                  | 1:50  |
| 8  | Kanalizace – řez svodným dešťovým potrubím | 1:100 |
| 9  | Kanalizace – podélný profil přípojky       | 1:50  |
| 10 | Kanalizace – uložení přípojky              | 1:20  |
| 11 | Vodovod – půdorys 1.S                      | 1:50  |
| 12 | Vodovod – půdorys 1.NP                     | 1:50  |
| 13 | Vodovod – půdorys 2.NP                     | 1:50  |
| 14 | Vodovod – půdorys 3.NP                     | 1:50  |
| 15 | Vodovod – axonometrie                      | 1:50  |
| 16 | Vodovod – podélný profil přípojky          | 1:50  |
| 17 | Vodovod – uložení přípojky                 | 1:20  |
| 18 | Vodovod – vodoměrná sestava                | 1:X   |
| 19 | Plynovod – půdorys 1.S                     | 1:50  |
| 20 | Plynovod – půdorys 2.NP                    | 1:50  |
| 21 | Plynovod – axonometrie                     | 1:50  |
| 22 | Plynovod – podélný profil přípojky         | 1:50  |
| 23 | Plynovod – uložení přípojky                | 1:20  |
| 24 | Výpočtové schéma potrubí studené vody      |       |
| 25 | Výpočtové schéma potrubí teplé vody        |       |
| 26 | Výpočtové schéma potrubí cirkulační vody   |       |
| 27 | Výpočtové schéma potrubí požární vody      |       |